



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 195 39 919 C 2

⑥ Int. Cl.⁸
F 02 D 41/00
F 02 P 5/12
G 01 L 23/22
F 02 D 43/00

②1 Aktenzeichen: 195 39 919.6-26
②2 Anmeldetag: 26. 10. 95
④3 Offenlegungstag: 2. 5. 96
④5 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 13. 8. 98

DE 195 39 919 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

③0 Unionspriorität:

6-262188 26. 10. 94 JP
6-262189 26. 10. 94 JP

⑦3 Patentinhaber:

Hitachi, Ltd., Tokio/Tokyo, JP

⑦4 Vertreter:

Patent- und Rechtsanwälte Bardehle, Pagenberg,
Dost, Altenburg, Geissler, Isenbruck, 81679
München

⑦2 Erfinder:

Komachiya, Masahiro, Hitachi, JP; Oho, Shigeru,
Hitachinaka, JP; Shimada, Satoshi, Hitachi, JP;
Suzuki, Seiko, Hitachiota, JP; Kurita, Masahiro,
Hitachinaka, JP; Nakazawa, Terumi, Ibaraki, JP;
Sasayama, Takao, Hitachi, JP

⑥6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 41 03 327 A1
US 44 38 647
JP 60-1 66 739 A2
JP 02-1 57 631 A2
JP 58-66 031 A2
JP 04-35 127 A2

⑥4 Zylinderinnendruck-Abfühlvorrichtung für Mehrzylindermotoren

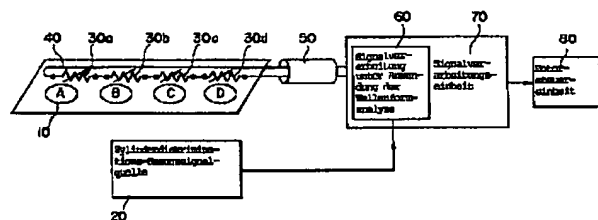
⑥7 Zylinderinnendruck-Fühlvorrichtung für Mehrzylinder-
motoren, aufweisend:

eine Vielzahl von Fühlabschnitten (30, 32), die zwischen
dem Zylinderkopf und dem Zylinderblock eines Motors
eingefügt sind, der eine Vielzahl von Zylindern umfaßt
und die betriebsmäßig so beschaffen sind, daß sie auf
elektrische Weise ein Signal erfassen, welches für den In-
nendruck in jedem der Vielzahl der Zylinder kennzeich-
nend ist;

eine Erfassungsschaltung (40, 50, 53, 54, 90, 91) zum Ent-
nehmen der von mindestens zwei Fühlabschnitten erhal-
tenen Erfassungssignale als ein resultierendes Überlap-
pungssignal;

eine Bezugssignal-Erzeugungsvorrichtung (20), die be-
triebsmäßig so beschaffen ist, daß sie ein Bezugssignal
zum Diskriminieren der Erfassungssignale liefert, die in
Verbindung mit der Vielzahl der Zylinder erhalten wur-
den; und

eine Vorrichtung (60) zum Abtrennen mindestens eines
der Erfassungssignale, die von mindestens zwei Fühlab-
schnitten zur Schaffung des Überlappungssignals erfaßt
wurden, aus dem Überlappungssignal, auf der Basis des
genannten Bezugssignals.



DE 195 39 919 C 2

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Abfühlen bzw. Messen des Zylinderinnendrucks bei Mehrzylindermotoren, das durchgeführt wird, um den Motor zu steuern.

Verfügbar für die Steuerung eines Automotors ist ein Zylinderinnendrucksensor, der den piezoelektrischen Effekt oder den Piezowiderstandseffekt nutzt.

Eine in der Druckschrift JP-A-4-335127 offenbarte Druckabfüh- bzw. Meßvorrichtung stellt eine bekannte Technik zur Anwendung des Zylinderinnendrucksensors bei der Zylinderinnendruckmessung von Mehrzylindermotoren dar. Unter dem Gesichtspunkt der Anbringung des Drucksensors verwendet die obige Vorrichtung eine Vielzahl von Drucksensoren, wobei Ausgangssignal-Verdrahtungsleitungen von den einzelnen Sensoren, unabhängig voneinander, aus dem Motor herausgeführt werden. Wenn dieser Vorrichtungstyp bei einem Motor mit mehreren Zylindern angewandt wird, beispielsweise bei einem Sechszylindermotor, nimmt die Anzahl der erforderlichen Sensoren zu und macht es schwierig, Plätze für die Anbringung der Sensoren freizuhalten. Gleichzeitig wird die in der Nähe des Motors zu verlegende Signalverdrahtung, kompliziert.

Eine in der Druckschrift JP-A-58-66031 offenbarte Zylinderinnendruck-Abfühlvorrichtung stellt eine weitere bekannte Technik dar. In diesem Falle werden Druckänderungen, die von einer Vielzahl von Fühlabschnitten empfangen werden, an einen Drucksensor übertragen, und zwar über ein Druckübertragungsrohr, das mit einem inkompressiblen Fluid gefüllt ist, so daß die aus dem Sensor herausgeführte elektrische Signalverdrahtung vereinfacht werden kann.

Andererseits ist das Druckübertragungsrohr vom Standpunkt der Ausdehnung des Volumens des inneren Fluids aus betrachtet gegen eine Temperaturänderung empfindlich. Dementsprechend müssen für eine genaue Messung die von den einzelnen Fühlabschnitten ausgehenden Signalverdrahtungsleitungen, d. h., das Druckübertragungsrohr, außerhalb des Motors angeordnet werden.

Weiter stellt der in der Druckschrift JP-A-2-157631 offenbarte Innendrucksensor eine weitere bekannte Technik dar. In diesem Falle sind piezoelektrische Fühlabschnitte und ein Hauptteil der aus den einzelnen Elementen abgehenden Signalverdrahtungsleitungen innerhalb einer Motorkopf-dichtung montiert, so daß die von der Vielzahl der Sensoren ausgehenden Hauptsignalverdrahtungsleitungen nicht außerhalb des Motors verlaufen. Mit anderen Worten kann also die Signalverdrahtung in der Nähe des Motors erheblich vereinfacht werden. Da aber die Anzahl der Sensoren der Anzahl der Zylinder entspricht, werden vier Systeme von Signalverdrahtungen entsprechend der Messung an vier einzelnen Zylindern benötigt. Weiter nimmt die Anzahl der aus dem Motor herausgeführten Signalverdrahtungsleitungen mit der Anzahl der Zylinder zu. Die monotone Zunahme der Anzahl der Verdrahtungsleitungen im Verhältnis zur Anzahl der Zylinder führt zu einer Zunahme des Gewichtes der Verdrahtung, und der gleichen. Darüber hinaus wird dementsprechend ein dickes Kabel an eine dünne Dichtungs-oberfläche angeschlossen, wobei die Festigkeit des Anschlusses besonders in Betracht gezogen werden muß.

Allgemein ist im Rahmen der Zylinderinnendruck-Meß-techniken ein optisches Abfühlverfahren zusätzlich zum elektrischen Abfühlverfahren vorgeschlagen worden. Beispielsweise bildet eine in der Druckschrift JP-A-60-166739 offenbarte Steuervorrichtung eine weitere bekannte Technik. Da bei dieser multiplexierten Übertragung von Signalen unter Benutzung einer Lichtleitfaser, die die Zylinderinnendruck-Fühlabschnitte verbindet, durchgeführt wird, braucht bei diesem bekannten Beispiel die Struktur der Fühlab-

schnitte nicht übermäßig geändert zu werden, auch nicht bei der Zylinderinnendruckabführung von Mehrzylindermotoren, so daß vermieden wird, daß die Signalverdrahtung kompliziert wird. Ein Verlust an Informationen (die zur Entscheidung darüber erforderlich sind, welcher Zylinder welchem erhaltenen Signal zugeordnet ist) aufgrund einer Verringerung der Signalverdrahtung kann durch einen Zylinderdiskriminationsmechanismus kompensiert werden, der auf einer Ausgabe eines Sensors als Bezugsgröße basiert, wie etwa ein Kurbelwinkelsensor. Allerdings sind die von den einzelnen Fühlabschnitten abgehenden Signalverdrahtungsleitungen, d. h., die Lichtleitfasern, in der Nähe des Motors verlegt. Allgemein ist die Lichtleitfaser ein Isolator, der einen kleinen Durchmesser und ein leichtes Gewicht besitzt und ein bequemes Verdrahten zuläßt, selbst bei einer verwickelten Umgebung des Motors. Wenn aber die Lichtleitfaserverdrahtung nach außerhalb des Motors verlegt wird, muß die Lichtleitfaser sehr sorgfältig gehandhabt werden, so daß sie während der Montagearbeit nicht zerbrochen wird. Auch bei diesem bekannten Beispiel muß die vom Zylinderdiskriminationsmechanismus gelieferte Ausgabe rückgekoppelt werden, um einen Lichtemitter zum Aussenden von Licht zu steuern, das auf die Lichtleitfaser fällt, so daß ein konstituierendes Element, dargestellt durch einen Oszillator, dem Zylinderdiskriminationsmechanismus hinzugefügt werden muß. Wenn die Anzahl der konstituierenden Komponenten einschließlich der in der Nähe des Motors verlegten Lichtleitfaserverdrahtung und des Oszillators in Betracht gezogen wird, kann der Geräteaufbau insgesamt nicht immer als vorteilhaft für die Montage bezeichnet werden.

Die Umgebung des eigentlichen Motors ist komplex, und daher ist es zur Herstellung eines Motorsteuersystems auf der Basis der gleichzeitigen Messung des Mehrzylinderinnendrucks erforderlich, daß die Sensorkonstruktion, Fühlabschnitt für Fühlabschnitt vereinfacht wird; und daß auch die von den einzelnen Fühlabschnitten in die Umgebung des Motors abgehenden Signalverdrahtungsleitungen vereinfacht werden.

Zur Steuerung von Automotoren wird ein Sensor elektrischen Typs, der den piezoelektrischen Effekt oder den Piezowiderstandseffekt nutzt, hauptsächlich als Zylinderinnendrucksensor verwendet. Im Gegensatz dazu ist ein optischer Sensor, speziell ein Zylinderinnendrucksensor, der eine Lichtleitfaser verwendet, die gegen elektrische Störungen immun und leicht in die komplexe Umgebung eines Motors einzubauen ist, vorgeschlagen worden. Als Beispiel soll auf das in der Druckschrift JP-A-60-166739 offenbarte Steuergerät verwiesen werden. Bei diesem Gerät ist eine Lichtleitfaser in der Nähe des Motors verlegt, und ein Teil der Lichtleitfaser durchdringt für die Druckerfassung ein Gehäuse, das an der Stelle einer Unterlegscheibe eines Bolzens vorgesehen ist. Allgemein ist die Lichtleitfaser ein Isolator und kann somit durch einen Spalt in der Nähe des Motors hindurchtreten, ohne daß die Gefahr eines Kurzschlusses besteht. Andererseits ist bei einem in der Druckschrift DE 41 03 327 A1 offenbarten Beispiel, bei dem eine Lichtleitfaser zusammen mit Druckfühlab-schnitten innerhalb des Motors verlegt ist, der größte Teil der Lichtleitfaser, zusammen mit Druckfühlab-schnitten für die einzelnen Zylinder, insbesondere in der Motorkopf-dichtung verlegt. In diesem Falle besteht keine Notwendigkeit der Bildung von Bohrungen für die Sensoranbringung im Motorkörper, was es leicht macht, eine Vielzahl von Druckfühlab-schnitten für die Mehrzylinderdruckmessung im Motor zu montieren. Da die die Fühlabschnitte verbindende Lichtleitfaser in der Dichtung verlegt ist, kommt es bei der Montage und im Betrieb nicht zum Brechen der Lichtleitfasern. In jedem druckempfangenden Teil wird an der Lichtleitfaser eine "lokale

Schleife" gemäß dem Innendruck angebracht. Als Folge eines Verlustes der optischen Stärke aufgrund der "lokalen Schleife", ändert sich die Fähigkeit der Lichtleitfaser, die Lichtstärke fortzupflanzen, während umgekehrt eine Änderung des Innendruckes durch eine Änderung der Lichtstärke erfaßt werden kann. Durch Abstimmen der inneren Struktur der Lichtleitfaser und Wählen der Wellenlänge des einfallenden Lichtes kann die Änderung der Lichtstärke so abgestimmt werden, daß sie für das Abfühlen genügend groß ist. Auf diese Weise kann ein beständiger Sensorbetrieb gewährleistet werden, auch wenn die Lichtleitfaser durch äußere Störungen, wie etwa Fluktuationen und Vibrationen, beeinflusst wird.

Der obige Zylinderinnendrucksensor mit der in der Dichtung verlegten Lichtleitfaser muß in der Lage sein, mit verschiedenen Arten von Dichtungen verträglich zu sein. Die Verdrahtung der Lichtleitfaser in der Dichtung, und die außerhalb der Dichtung zu verlegende elektrische Verdrahtung müssen einfach sein. Die Vereinfachung der Verdrahtung in der Dichtung ist eine notwendige Bedingung, um eine Verlegung zu ermöglichen, die nicht von Unterschieden der Dichtungsstruktur abhängt, wobei die Vereinfachung der äußeren Verdrahtung der Dichtung eine notwendige Bedingung für die Schaffung eines neuen Sensors in einer komplizierten Motorumgebung ist.

Speziell können, wenn ein Lichtemitter und ein Lichtempfänger auf der gleichen Seite der Dichtung verlegt werden, die für den Lichtemitter und den Lichtempfänger benötigten Verdrahtungsleitungen zusammen aus dem Motor herausgeführt werden, was die äußere Verdrahtung des Motors vereinfacht. Allerdings muß die Lichtleitfaser in der Dichtung so verlegt werden, daß sie einen anderen Weg als ihre durch die druckaufnehmenden Abschnitte geführte Verdrahtung nimmt. In der Dichtung sind an verschiedenen Stellen Durchgangslöcher bzw. Bohrungen für Kühlwasser und Bohrungen für Dichtungsbolzen angebracht. Die Verdrahtung der Lichtleitfaser in der Dichtung soll möglichst so verlegt werden, daß diese Bohrungen vermieden werden, so daß die Dichtungsarbeiten um so leichter werden, je kürzer die benötigte Lichtleitfaserverdrahtung ist, wodurch es leicht gemacht wird, die Lichtleitfaser in verschiedenen Typen unterschiedlicher Dichtungen zu verlegen. So ist bei einigen der oben genannten bekannten Lösungen die Lichtleitfaserverdrahtung so gewählt, daß sie bei der Verbindung einer Vielzahl von druckempfangenden Abschnitten einen kurzen Weg nimmt, was die Verdrahtung in der Dichtung vereinfacht. In diesem Falle sind der Lichtemitter und der Lichtempfänger jedoch konsequenter Weise so angeordnet, daß sie voneinander distanziert platziert sind. Entsprechend ist es schwierig, die elektrische Verdrahtung zum Verbinden des Lichtemitters und -empfängers mit der Außenseite des Motors kollektiv durchzuführen. Gewöhnlich sind Teile, Hilfsvorrichtungen und Verdrahtung in komplizierter Weise in der Nähe des Motors verlegt. Daher ist, wenn ein Sensor neu montiert wird, eine Sensorstruktur, bei der keine zusätzliche Verdrahtung erforderlich ist, zum Montieren des Sensors und Anwenden des Sensors bei verschiedenen Arten von Motoren offensichtlich vorteilhafter.

US 4.438,647 zeigt eine Zylinderinnendruck-Fühlvorrichtung für Mehrzylindermotoren, bei der Drucksensoren in den Zylindern zur Erfassung der Innendrucke der Zylinder angeordnet sind. Die einzelnen Ausgabesignale der Drucksensoren werden jeweils Sensorverstärkern zugeführt, deren Ausgabesignale nachfolgend in einem Addierer zu einem Überlappungssignal zusammengefaßt werden.

Eine erste, der vorliegenden Erfindung zugrundeliegende Aufgabe besteht darin, bisherige, auf elektrischer Signalerfassung basierende Zylinderinnendruck-Abföhlvorrichtung

gen derart weiterzubilden, daß ein einfacherer Einbau der Vorrichtung im Bereich des Motorblocks ermöglicht wird.

Eine zweite Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine auf optischer Grundlage arbeitende, einfach zu verlegende Innendruck-Abföhlvorrichtung zu schaffen, die gleichzeitig eine hohe Empfindlichkeit aufweist.

Die erste Aufgabe wird durch eine Zylinderinnendruck-Föhlvorrichtung für Mehrzylinderomotoren nach den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Bei dem Zylinderinnendrucksensor gemäß Anspruch 1 und einem den Sensor benutzenden Motorsteuersystem kann der Zylinderinnendrucksensor aus einem verteilten Föhlmaterial für die Mehrpunkt-Druckmessung aufgebaut sein, wie etwa als Draht mit elektrischem Widerstand, als druckempfindliches, leitendes Gummi, als Kohlenstoffschichtstapel oder als Lichtleitfaser; wobei mindestens ein Teil der von den einzelnen Föhlabschnitten gelieferten Signale kollektiv in Form eines Überlappungssignals herausgeführt werden, wodurch die Anzahl der für die unmittelbare Umgebung der Föhlabschnitte benötigten Signalverdrahtungsleitungen verringert wird.

Bei der Verlegung bzw. Montage am Motor wird das Föhlmaterial zusammen mit der peripheren Signalverdrahtung zwischen dem Motorzylinderkopf und dem Zylinderblock integral mit einem Konstruktionsteil eingefügt, insbesondere einer Kopfdichtung, so daß die Montage des Zylinderinnendruckensors für die Mehrzylinderdruckmessung erleichtert wird, unabhängig vom Zustand der Motorumgebung, wo Platz für die Sensormontage nur schwer freizuhalten ist.

Weiter wird die obige Zerlegung des Überlappungssignals über die Software durchgeführt, und zwar durch die kombinierte Benutzung der Quelle des Bezugssignals für die Zylinderdiskrimination und der Signalverarbeitungseinheit für die Signalverarbeitung mit Anwendung einer Wellenformanalyse, so daß die Auswahl und Änderung der fraglichen Erfassungsinformationen erfolgen kann, ohne die Konstruktion der Vorrichtung zu ändern, die direkt die Verlegung beeinflusst.

Beim Zylinderinnendrucksensor der vorliegenden Erfindung und bei dem den Sensor verwendenden Motorsteuersystem können die von den Föhlabschnitten gelieferten Signale kollektiv durch eine verringerte Anzahl von Signalverdrahtungsleitungen abgenommen werden; und anschließend können dieselben durch die Signalverarbeitung voneinander getrennt werden, wodurch die Motorsteuerung auf der Basis der Mehrzylinderdruckmessung vereinfacht wird.

Die zweite, der vorliegenden Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird durch eine Zylinderinnendruck-Föhlvorrichtung gelöst, wie sie in den Ansprüchen 15 und 26 definiert ist.

Bei einem in der Dichtung enthaltenen faseroptischen Zylinderdrucksensor wird auch das Ende der Lichtleitfaser, auf das Licht fällt, als Erfassungsende benutzt, und zwar unter Nutzung der Lichtreflexion, wobei der Lichtemitter und der Lichtempfänger dicht aneinander verlegt werden, so daß die an die Außenseite des Motors verlegte elektrische Verdrahtung vereinfacht wird und gleichzeitig eine Lichtleitfaserverdrahtung in der Dichtung sich erübrigen kann. Infolgedessen kann eine faseroptische Zylinderdruck-Abföhlvorrichtung für die Mehrzylinderdruckmessung leicht bei verschiedenen Arten von Motoren und verschiedenen Arten von Dichtungen angewendet werden.

Weitere Vorzüge, Maßnahmen und Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung anhand der Figuren der Zeichnung erläu-

tert.

Fig. 1 ist Diagramm, das den Schaltungsaufbau eines Zylinderinnendruckensensors gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 2 ist ein Diagramm, das den Schaltungsaufbau eines Zylinderinnendruckensensors gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 3 ist ein Diagramm, das den Schaltungsaufbau eines Zylinderinnendruckensensors gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 4A und 4B sind Diagramme zur vergleichenden Erläuterung der Unterschiede zwischen dem Signalverarbeitungsverfahren bei der dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und demjenigen der bekannten Technik;

Fig. 5 ist ein Diagramm, das einen Zylinderinnendruckensensor gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 6 ist eine Schnittansicht entlang der Linie VI-VI der Fig. 5 und zeigt einen Fühlabschnitt der vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 7 ist ein Diagramm zur Erläuterung eines Zylinderinnendruckensensors gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 8 ist ein Diagramm zur Erläuterung eines Zylinderinnendruckensensors gemäß einer sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 9 ist ein Diagramm, das den Schaltungsaufbau eines Zylinderinnendruckensensors gemäß einer siebten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 10 ist ein schematisches Blockdiagramm einer Motorsteuervorrichtung auf der Basis des Zylinderinnendruckensensors der vorliegenden Erfindung;

Fig. 11 ist ein Diagramm, das den Schaltungsaufbau der Fühlabschnitte des für die vorliegende Erfindung relevanten Standes der Technik zeigt;

Fig. 12 ist ein Flußdiagramm, das ein Beispiel für den Betrieb der in Fig. 10 dargestellten Ausführungsform zeigt;

Fig. 13 ist ein Wellenformdiagramm zur Erläuterung der Betriebsweise in einem Schritt des Flußdiagramms der Fig. 12;

Fig. 14 ist ein Flußdiagramm, das Einzelheiten der Betriebsweise beim wesentlichen Schritt des Flußdiagramms der Fig. 12 zeigt;

Fig. 15 ist ein Diagramm, das den Gesamtaufbau eines Zylinderinnendruckensensors gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt, der eine Lichtleitfaser verwendet;

Fig. 16 bis 19 sind Diagramme, die Beispiele des Lichtemitters und des Lichtempfängers darstellen, die bei der in Fig. 15 dargestellten Ausführungsform unterschiedlich aufgebaut sind; und

Fig. 20 bis 22 sind Diagramme, die unterschiedliche Formen des Lichtemitters und des Lichtempfängers bei der in Fig. 15 dargestellten Ausführungsform zeigen.

Nachfolgend wird die vorliegende Erfindung beispielsweise unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben.

Bezug nehmend auf Fig. 1 veranschaulicht sie eine erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. In der Figur bezeichnet das Bezugszeichen 10 eine Motorkopfdichtung an sich oder eine plattenförmige Struktur (Fühlschicht), die zwischen dem Zylinderblock und dem Zylinderkopf montiert werden kann, wobei sie gleichzeitig die Kopfdichtung überlappt. Die Fühlschicht kann beispielsweise aus einem kohlenstoffartigen Abdichtmaterial hergestellt sein, das ein die Dichtung aufbauendes Hauptmaterial ist; oder sie kann aus einer Metallplatte hergestellt sein. Fühlabschnitte 30a, 30b, 30c und 30d, die zum Messen des Innendruckes von vier einzelnen Zylindern vorgesehen sind, sind jeweils aus

einem metallischen Dehnungsmeßstreifen hergestellt (Draht mit elektrischem Widerstand), dessen elektrischer Widerstand sich mit der Änderung des Druckes ändert. Der Dehnungsmeßstreifen ist in einem Rohr aus elastischem Isoliermaterial untergebracht. Der Innendruck eines entsprechenden Zylinders wird an jeden Fühlabschnitt angelegt, der seinerseits eine Änderung des Zylinderinnendruckes durch einen geeigneten Druckübertragungsmechanismus erfassen kann. Die Fühlabschnitte sind in Reihe mit einer Signalübertragungsleitung verbunden, die eine elektrische Signalleitung 40 bildet, wobei eine äußere Signalübertragungsleitung durch ein Kabel 50 verläuft, zu einer Signalverarbeitungseinheit 70 führt. Da die Fühlabschnitte in Reihe geschaltet sind, nehmen die einzelnen Innendrucksignale die Form eines Überlappungssignals an, das an die Signalverarbeitungseinheit 70 übertragen wird. Nun findet bei einem Vierzylindermotor die Verbrennung in den einzelnen Zylindern in unterschiedlichen Zeitpunkten statt, so daß die Reihenfolge der in den Verbrennungszustand zu versetzenden Zylinder vorbestimmt ist. Daher können Änderungen der Innendrucke der einzelnen Zylinder, die in der Mitte einer Verbrennungsspitze in jedem Zylinder auftreten, getrennt aus dem Überlappungssignal gemessen werden, und zwar auf der Basis eines Bezugssignals, wie etwa einem Triggerimpuls der Kraftstoffeinspritzung, einem Zündungstriggerimpuls oder einer Kurbelwinkelsensorausgabe eines entsprechenden Zylinders, oder einem Umdrehungswinkelsignal eines Getrieberades, das sich während eines Verbrennungszyklus in Übereinstimmung mit der Kurbelumdrehung um 360° dreht. Weiter ist es unter Verwendung einer Signalverarbeitung, wie etwa einer theoretischen Vorhersage der Innendruckwellenform, möglich, alle Änderungen der Innendrucke eines spezifizierten Zylinders getrennt zu erfassen. Wie in Fig. 1 dargestellt, wird das Bezugssignal von einer Zylinderdiskriminations-Bezugssignalquelle 20 geliefert, wobei die Bearbeitung zum Abtrennen der Änderungen der Innendrucke in einer Signalverarbeitungsvorrichtung 60 für die Wellenformanalyse durchgeführt wird. Die Zylinderdiskriminations-Bezugssignalquelle 20 kann durch Kombinieren von mehr als zwei Bezugssignalquellen aufgebaut werden. Beispielsweise können durch Benutzen des Triggerimpulses für die Kraftstoffeinspritzung und des Kurbelwinkelsensors Änderungen der Innendrucke der einzelnen Zylinder getrennt aus dem Kurbelumdrehungswinkel spezifiziert werden, und zwar in der Reihenfolge der Verbrennung, beginnend bei dem gewählten Zylinder. (Die Verwendung des herkömmlichen Kurbelwinkelsensors allein reicht nicht für die Einzeltrennung der Verbrennungszeiten eines einzelnen Zylinders aus.) Das Ergebnis der durch die Signalverarbeitungseinheit 70 durchgeführten Behandlung wird an eine Motorsteuereinheit 80 geliefert, so daß sie bei der Motorsteuerung auf der Basis des üblichen, bekannten Verfahrens zum Ausdruck kommt.

Wenn die Anzahl der zu messenden Zylinder von vier aus zunimmt, tritt die Verbrennung in einigen der Zylinder zu dem gleichen Zeiten oder nahezu zu gleichen Zeiten auf; und offensichtlich reicht dann ein einziges System oder eine einzige Signalverdrahtungsleitung einschließlich der vier Fühlabschnitte oder der mehr als vier Fühlabschnitte nicht zum Trennen der Signale wie oben aus, so daß zwei oder mehr Signalverdrahtungssysteme benötigt werden. Allerdings muß die Anzahl der Signalverdrahtungssysteme nicht proportional zur Anzahl der Zylinder geändert werden, und auch die allgemeine Mehrzylinderdruckmessung kann durch eine nur leichte Änderung der Hardware flexibel durchgeführt werden.

Bei der obigen Ausführungsform sind sämtliche Fühlabschnitte 30a bis 30d, zusammen mit der elektrischen Signal-

leitung 40, innerhalb der Dichtung oder der ähnlichen plattenförmigen Struktur (Fühlabschnitt) gemäß Fig. 1 verlegt, so daß die Verlegung des für eine zylinderunabhängige Verbrennungssteuerung des Mehrzylindermotors benötigten Sensors sowie die Verdrahtung zwischen den Fühlabschnitten unabhängig von der komplizierten Motorumgebung bewirkt werden kann. Hier durch kann die Anzahl der äußeren Signalverdrahtungsleitungen des Motors verringert werden, so daß nicht nur der Zusammenbau des Motors erleichtert werden kann, sondern auch Probleme während des Arbeitens verhindert werden können, wie etwa das Brechen von Drähten. Bei der obigen Ausführungsform werden die von den einzelnen Fühlabschnitten gelieferten Erfassungssignale zusammen in der Form eines Überlappungssignals herausgeführt, und anschließend wird das Überlappungssignal durch eine Software getrennt. Mit anderen Worten werden die verteilten Mehrfach-Fühlabschnitte 30a bis 30d, die aufeinanderfolgend angeordnet sind, anstelle einer Vielzahl von unabhängigen Sensoren verwendet, um die Signalverdrahtung im Bereich um den Motor zu vereinfachen, wobei die vereinfachte Signalverdrahtung andererseits durch die Signalverarbeitung kompensiert wird. Aufgrund der für den Motor erforderlichen vereinfachten Signalverdrahtung kann die Montage der Fühlabschnitte innerhalb eines engen Abschnittes, beispielsweise innerhalb der Dichtung, erleichtert werden. Weiter kann der Außendurchmesser des äußeren Signalkabels 50 entsprechend der Verringerung der Anzahl der Signalverdrahtungsleitungen verkleinert werden. Dies bewirkt, daß das physikalische Anschließen des äußeren Kabels an die Dichtung von etwa 1 mm Dicke erleichtert und durchgehend verstärkt werden kann.

Zu Zwecken des Vergleichs ist ein Beispiel der herkömmlichen allgemeinen Verlegung von Sensoren innerhalb einer Dichtung in Fig. 11 dargestellt. In diesem Falle ist die Signalverdrahtung innerhalb der Dichtung kompliziert, und der Freiheitspielraum wird durch das Vorhandensein einer Vielzahl von Fühlabschnitten beeinträchtigt. Darüber hinaus nimmt der Außendurchmesser des äußeren Kabels mit der Zunahme der Anzahl der Signalverdrahtungsleitungen zu, so daß der Anschluß des äußeren Kabels, das festigkeitsmäßig stabil ist, an eine solche dünne, plattenförmige Struktur, wie die Dichtung, allgemein schwer zu erreichen ist. Natürlich sollen die äußeren Signalverdrahtungsleitungen nicht zu einem Kabel gebündelt werden, um ein zwangloses Anschließen der einzelnen Verdrahtungsleitung zu ermöglichen. In diesem Falle wird aber die äußere Signalverdrahtung unvermeidlicherweise kompliziert.

Gemäß Fig. 11 sind die von den einzelnen Fühlabschnitten gelieferten Signale ursprünglich voneinander getrennt, so daß ein Mechanismus entsprechend der Zylinderdiskriminations-Bezugssignalquelle 20 nicht erforderlich ist. Im Gegensatz dazu, benötigt die vorliegende Erfindung die neu hinzugefügte Zylinderdiskriminations-Bezugssignalquelle 20 zum Trennen bzw. Zerlegen des Überlappungssignals, so daß es scheint, als ob die Signalverdrahtung vereinfacht wäre. Die Komplexität der Hardware im Bereich um den Motor bleibt aber als ganzes unverändert. Wie indes zuvor beschrieben kann ein Teil des bestehenden Motorsystems, wie etwa der Einspritztrigger, direkt als Zylinderdiskriminations-Bezugssignalquelle 20 verwendet werden. Durch das Beibehalten der Zylinderdiskriminations-Bezugssignalquelle 20, die für die Trennverarbeitung der zusammen herausgeführten Erfassungssignale benötigt wird ist die Änderung der Hardware oder das Hinzufügen von Hardware, was die Verlegung am Motor schwierig macht, ist nicht immer erforderlich.

Bezug nehmend auf Fig. 2 ist in der Figur eine zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung veranschau-

licht. Bei dieser Ausführungsform ist ein Metalldraht 93 für die Signalübertragungsleitung innerhalb einer Dichtung 10 aus dem gleichen Material hergestellt wie dem der Fühlabschnitte 30a bis 30d. Es wird nämlich ein metallisches Material, wie etwa ein Draht mit elektrischem Widerstand, dessen elektrischer Widerstandswert sich bei einer Druckänderung ändert, ohne Änderung als Signalübertragungsleitung verwendet. Wie bei der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden verteilte Mehrfach-Fühlabschnitte verwendet, die nacheinander angeordnet sind; doch wird bei der vorliegenden Ausführungsform das verteilte Fühlmaterial selber als Signalübertragungsleitung benutzt, damit der elektrische Anschluß zwischen der Signalübertragungsleitung und den Mehrfach-Fühlabschnitten entfallen können. Durch Eliminieren von strukturell schwachen Anschlußabschnitten der Signalverdrahtung aus dem Inneren des Motors, das ein relativ hohe Temperatur erreichen kann, kann ein stabiler Systembetrieb während einer langen Zeitdauer erwartet werden.

Da die Dichtung 10 als Schutzbauteil für die Signalübertragungsleitung 90 dient, werden übermäßig große Kräfte an der Signalübertragungsleitung 90 nicht wirksam. Andererseits dürfte ein Teil der Signalübertragungsleitung außerhalb der Dichtung 10 durch äußere Störungen, wie etwa Verbiegen oder Vibration, beeinträchtigt werden. Infolgedessen ist gemäß Fig. 2 die außerhalb des Motors verlaufende Signalverdrahtungsleitung durch eine gewöhnliche elektrische Signalleitung 40 ersetzt, die nicht druckempfindlich ist. Im Falle, daß der Einfluß äußerer Störungen auf die außerhalb der Dichtung verlaufenden Signalleitung durch die Schutzwirkung eines Kabels 50 verringert wird, kann die gesamte, an eine Signalverarbeitungseinheit 70 angeschlossene Signalverdrahtung aus dem gleichen Material hergestellt werden, wie dem der Fühlabschnitte 30a bis 30d, was Anschlußabschnitte bei der Signalverdrahtung eliminiert.

Bezug nehmend auf Fig. 3 ist eine dritte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dargestellt. Bei dieser Ausführungsform sind die Fühlabschnitte sowie eine Signalverarbeitungseinheit, die beide innerhalb einer Dichtung 10 verlegt sind, aus einer Lichtleitfaser 91 gebildet, die druckempfindlich ist. Licht, das von einer Lichtquelle 51 emittiert wird und auf die optische Faser 91 trifft, pflanzt sich durch die Lichtleitfaser fort. Eine Lichtempfangseinheit 52 erfährt die optische Stärke (Lichtintensität) des durch die Lichtleitfaser laufenden Lichtes. Wenngleich nicht dargestellt, ist die Lichtleitfaser so gestaltet daß sie an den Fühlabschnitten 31a, 31b, 31c und 31d "lokale Schleifen" entsprechend den Innendrucke der einzelnen Zylindern aufnimmt, wie dies in der Stammanmeldung der vorliegenden Anmeldung offenbart ist. Wenn die Lichtleitfaser gleichförmig umgebogen wird, wird ein Verlust an Lichtstärke entsprechend dem Betrag der Biegung (Biegungsradius) der Lichtleitfaser in der Faser erzeugt, so daß die von der lichtaufnehmenden Einheit 52 empfangene optische Leistung sich mit dem Innendruck ändert, der von jedem Fühlabschnitt empfangen wird. Entsprechend kann ein Überlappungssignal, das für den Innendruck der einzelnen Zylinder kennzeichnend ist, aus der Gesamtmenge des durch die Lichtleitfaser 91 laufenden Lichtes erfaßt werden. Wenn Änderungen der durch die einzelnen Fühlabschnitte laufenden Lichtmengen in Dezibel (dB) angezeigt werden, entspricht das Überlappungssignal einer linearen Kombination der Änderungen der Lichtmengen. Durch Beachten des Verbrennungszyklusunterschiedes bei den individuellen Zylindern kann der Hauptteil der Innendruckänderung jedes Zylinders aus dem Überlappungssignal mit Hilfe einer Zylinderdiskriminations-Bezugssignalquelle 20 und einer Signalverarbeitungseinheit 60 mit Anwendung der Wellenform-

analyse abgetrennt werden. Da bei der vorliegenden Ausführungsform die Lichtleitfaser, die ein Isolator ist, für die Fühlabschnitte und die Signalübertragungsleitung benutzt wird, kann der Sensor innerhalb der Kopfdichtung verlegt werden, wobei eine beständige Isolierung zwischen dem Sensor und jedem der Zylinderköpfe und dem Zylinderblock bewirkt wird, unabhängig von der Form der Verlegung. Der Sensor wird nicht durch die elektromagnetischen Störungen beeinträchtigt, die durch die Zündkerze induziert werden, so daß eine äußerst genaue Signalerfassung durchgeführt werden kann, wenn der Sensor im Inneren des Motors montiert ist.

Die Trenn- bzw. Zerlegungsprozedur für das Überlappungssignal der dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist in Fig. 4A dargestellt und wird im Vergleich mit der Trennprozedur für ein Überlappungssignal beschrieben, das in der Druckschrift JP-A-60-166739 offenbart und in Fig. 4B beschrieben ist. Was die Montage der Lichtleitfaser 91 anbetrifft, unterscheiden sich die beiden Beispiele insofern voneinander, als die Lichtleitfaser innerhalb eines Bauteils, entsprechend der Dichtung im vorhergehenden Beispiel, verlegt ist, während die Lichtleitfaser in der vorliegenden Ausführungsform an ein Zündkerzenklemmelement angeschlossen ist. Bei der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung nimmt die Signalverarbeitungseinheit 60 mit Anwendung einer Wellenformanalyse die erforderliche Informationen aus der Gesamtheit einer erhaltenen Signalwellenform auf. Die Überlappung der Innendrucksignale der einzelnen Zylinder hängt von der Drehzahl und dem Verbrennungszustand des Motors ab. Beispielsweise erfährt im Vergleich zu einer starken Zunahme oder Abnahme des Innendruckes durch die Explosion während der Verbrennung der während des Anlaufens des Motors nach dem Start auftretende Innendruck eine leichte Zunahme oder Abnahme entsprechend der Kolbenbewegung, was den Einfluß der im Überlappungssignal beobachteten Wellenformüberlappung klein macht, so daß man leicht den Signalpegel des atmosphärischen Druckes oder den Pegel des Standarddruckes unter Benutzung des Zeitbereichs finden kann, wenn sowohl die Einlaß-, als auch die Auslaßventile offen sind.

Als Beispiel wird die Wellenform während des Anlaufens bzw. Laufens des Motors unmittelbar nach dem Anlassen erfaßt um den notwendigen Standardpegel in einem Speicher aufzunehmen, so daß selbst dann, wenn die Überlappung benachbarter Wellenformen während hoher Drehzahlen, die Diskrimination des Standardpegels verhindert, das während des Anlassens erfaßte Signal als Kompensation verwendet werden kann. Somit kann bei der Signalverarbeitung auf der Basis der Gesamtheit der überlappten Signalwellenform die Wahl der Erfassungsinformation in Übereinstimmung mit dem Motorbetrieb ermöglicht werden. Das analoge Tor- bzw. Gatesignal in Fig. 4B wird durch ein Softwaretor oder einen Abtastprozeß in Fig. 4A ersetzt. Daher ist eine flexible und schnelle Änderung der Torzeit gemäß Fig. 4A verfügbar.

Wenn eine Vielzahl von Lichtleitfaser-Verdrahtungssystemen benutzt wird, beispielsweise durch Vorsehen zweier Lichtleitfasersysteme für einen Vierzylindermotor und Erhalten eines Überlappungssignales von einer Gruppe von zwei Zylindern, kann der Einfluß der Überlappung der Wellenformen natürlich beträchtlich verringert werden. In diesem Falle kann der Zylinderinnendruck im Kraftstoffeinlaßprozeß (der Druck nimmt einen Minuswert im Vergleich zum atmosphärischen Druck an) spezifiziert werden, und der Bezugsdruck entsprechend dem atmosphärischen Druck kann genau bestimmt werden.

Andererseits werden im Falle des in Fig. 4B dargestellten Standes der Technik die Verbrennungsdrücke in den einzel-

nen Zylindern getrennt durch das Leuchten der Lichtquelle während eines spezifizierten Zeitintervalls entsprechend jeder Verbrennungsspitze erfaßt. Durch Beachten nur der Änderung des Innendruckes, der in der Nähe einer Verbrennungsspitze auftritt, kann die Zündzeitgabesteuerung für jeden Zylinder sowie die Fehlzündungserfassung durchgeführt werden. Gemäß Fig. 4B wird ursprünglich nur eine Änderung des Innendruckes in der Nähe einer Verbrennungsspitze als Erfassungssignal aufgenommen, wobei dieses Signal an eine Signalverarbeitungseinheit 70 geliefert wird, so daß die interne Signalverarbeitung vereinfacht wird. Im Gegensatz dazu bewirkt die Signalverarbeitungseinheit 60, die eine Wellenformanalyse anwendet, im Zuge der Signalverarbeitung gemäß der vorliegenden Erfindung, daß sich das nachfolgende Innendrucküberlappungssignal einer Torsteuerungsbearbeitung unterzieht, so daß die Wellenform in der Nähe einer Verbrennungsspitze in jedem Zylinder erhalten werden kann. Die Signalverarbeitungseinheit spielt nämlich die Rolle einer Steuereinheit 61 gemäß Fig. 4B, um eine äquivalente Signalverarbeitung unter Benutzung der Wellenformanalyse in einer für die Montage bzw. Verlegung vorteilhaften Weise durchzuführen.

Bezug nehmend auf Fig. 5 ist in der Figur eine vierte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dargestellt. Bei dieser Ausführungsform ist ein Fühlmaterial 92 als verteilter Sensor für eine Mehrpunktdruckmessung aus einer Dichtung hergestellt, die aus einem bekannten druckempfindlichen Material hergestellt ist, wie etwa leitender Gummi oder ein Kohlenstoffschichtstapel, Silikon oder Fluorkarbon-gummi und Kohlenstoffmaterialien sind wärmebeständig. Daher kann, beispielsweise, durch Herstellen entweder eines Bauteils, in welchem Partikel mit elektrischer Leitfähigkeit (wie etwa Metallpulver) im wärmebeständigen Gummi verteilt sind, oder einer laminaren Struktur eines Kohlenstoffschichtstapels, in welchem der Kohlenstoffatomzwischenabstand passend gewählt ist, in eine Dichtungsform, beispielsweise durch Ausstanzen, ein Sensor und eine Dichtung in kombinierter Benutzung erhalten werden, was Vorteile hinsichtlich der Freiheit der Gestaltverformung bringt und die Dichtungswirkung und Charakteristik des Fühlmaterials besitzt. Bei diesem Typ eines verteilten Sensors für die Mehrpunktdruckmessung können die Fühlabschnitte 32a bis 32d an gewünschten Plätzen angeordnet werden, die für die Verlegung geeignet sind, so daß die Verlegung eines für die Zylinderinnendruckmessung bei einem Mehrzylindermotor geeigneten Sensors erleichtert werden kann. Die von den einzelnen Fühlabschnitten gelieferten Erfassungssignale werden aus einem Erfassungsanschluß 23 in Form eines elektrischen Überlappungssignals entnommen. Wie bei den vorhergehenden Ausführungsformen werden die als Überlappungssignal gelieferten Innendrucke der einzelnen Zylinder mit Hilfe einer Signalverarbeitungseinheit 60, die eine Wellenformanalyse anwendet, getrennt. Umgekehrt können durch die Anwendung der obigen Signalverarbeitung unterschiedliche Arten von verteilten Sensoren für die Mehrpunktdruckmessung, welche vorteilhaft für die Zylinderinnendruckmessung bei Mehrzylindermotoren ist als Fühlmaterialien verwendet werden.

Fig. 6 ist eine Schnittansicht entlang der Linie VI-VI der Fig. 5 und veranschaulicht einen Kanal 36, der so gebildet ist, daß er sich senkrecht zum Zeichnungsblatt erstreckt, derart, daß er das Innere eines Zylinders in Verbindung mit einem Fühlabschnitt bringt, wobei der Kanal 36 im Fühlabschnitt 32 endet. Demgemäß wird der durch den Kanal 36 übertragene Zylinderinnendruck nach oben in Richtung des Pfeiles angelegt. In der Figur bezeichnen die Bezugszeichen: 92 das verteilte Fühlmaterial für die Mehrpunktdruckmessung; 54a und 54b filmartige Elektroden; 53a und 53b

Erfassungsanschlüsse, die von den Elektroden auftragen; und 11a und 11b Isolierschichten zum elektrischen Isolieren der Dichtung gegen den Zylinderkopf und den Zylinderblock.

Jede der Isolierschichten 11a und 11b besitzt eine Peripherie, die so gestaltet ist, daß sie mit der Form der Dichtung zusammenpaßt, und sie ist mit einer Zylinderbohrung, einer Kühlwasserbohrung und einer Bolzenbohrung an entsprechenden Stellen versehen. Die Isolierschicht besteht aus einem Material, das leicht zu verformen ist oder sie ist so ausgebildet, daß sie eine dünne Filmform aufweist, wodurch die ständige Innendruckdichtwirkung bewirkt wird. Wenn Isolierelemente in Form eines Filmes verwendet werden, können sie zuvor leicht auf den Oberflächen der Dichtung zum Fühlen ausgebildet werden.

Wengleich nicht dargestellt, sind die von den Erfassungsanschlüssen 53a und 53b ausgehenden Signalleitungen 40a und 40b mit einem Schutzelement umgeben und bedeckt. Natürlich können durch Abstimmen der Anordnung der filmartigen Elektroden 11a und 11b die Erfassungsanschlüsse 53a und 53b nur auf einer einzigen Oberfläche der Dichtung angebracht werden. Die Signalleitungen 40a und 40b in Form von abgeschirmten Leitungen können so verlegt werden, daß sie eine Signalübertragung schaffen, die gegen äußere Störungen immun ist.

Der zu messende Innendruck eines Zylinders wird an einen unteren Teil des Fühlabschnittes der Zeichnung durch den Kanal oder die Druckeinlaßöffnung 36 zugeführt, die in der Dichtung an einer Stelle angebracht ist, die beispielsweise einer Zylinderbohrung entspricht. Wenn der Innendruck zunimmt, drückt der Fühlbereich 32 das Fühlmaterial 92 in Richtung des Pfeiles. Da das Fühlmaterial 92 Partikel mit elektrischer Leitfähigkeit enthält, wie etwa Metallpulver oder Kohlenstoffschichten, wie vorher beschrieben, ändert sich der Abstand zwischen den Partikeln mit elektrischer Leitfähigkeit in dem Maße, wie der Innendruck zunimmt, um das Fühlmaterial anzudrücken. Durch Messen der Änderung der elektrischen Leitfähigkeit des Fühlmaterials 92 kann die Änderung des Innendruckes erfaßt werden. Metallpulver ebenso wie Kohlenstoffatome verhalten sich im wesentlichen als eine Gruppe, die ihren Zwischenabstand ändert, so daß bei angelegtem Innendruck eine nachfolgende Signaländerung erwartet werden kann. Wie bei einer gewöhnlichen Membran für die Druckmessung sind die Größe, die Form und die Dicke des Fühlabschnittes 32 so gestaltet, daß sie der Empfindlichkeit des Fühlmaterials 92 entsprechen. Beispielsweise kann der Fühlabschnitt 32 so abgestimmt werden, daß er durch eine Änderung des Innendruckes um einen Betrag verschoben wird, der innerhalb des Bereiches des linearen Ansprechverhaltens des Fühlmaterials 92 liegt. Natürlich muß die innere Struktur des Fühlmaterials 92 so beschaffen sein, daß eine optimale Empfindlichkeit des Sensors erzielt wird, wenn der Motor abgedichtet ist.

Selbst wenn Wärme an den Fühlabschnitt 32 übertragen wird, die während der Verbrennung im Motor erzeugt wird, kann die Wärme in die obere und die untere Oberfläche des dichtungsartigen Sensors eindringen, d. h. in den Motorzylinderkopf und in den Motorblock. Wenn die Dicke jedes der Isolierelement 11a und 11b klein gewählt ist, oder wenn jedes Isolierelement eine filmartige Form aufweist, kann ein größerer Wärmedissipationseffekt erwartet werden. Auf diese Weise kann eine thermische Verschlechterung des Fühlmaterials verhindert werden.

Bezug nehmend auf Fig. 7 veranschaulicht die Figur eine fünfte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Bei dieser Ausführungsform ist die Dichtung als solche, wie bei der vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

hauptsächlich aus einem Fühlmaterial 92 aufgebaut, beispielsweise aus druckempfindlichem Gummi oder bzw. Kautschuk einem Kohlenstoffschichtstapel, und eine Formänderung des dichtungsartigen Sensors wird in Richtung der Oberfläche erfaßt. In diesem Falle wird ein metallisches Teil der Bohrungsbohrung als Signalübertragungsleitung benutzt. In der Figur bezeichnen: 32a, 32b, 32c und 32d Fühlabschnitte, die den einzelnen Zylindern zugeordnet sind; 54a und 54b Elektroden; und 53a und 53b Anschlüsse für die von den Elektroden gelieferten Signale. Ein für den Fühlabschnitt vorgesehener Vorsprung bildet einen Druckintensivierer. Wenn sich der Fühlabschnitt 32 im Zylinder als Antwort auf eine Änderung des Innendruckes in radialer Richtung verschiebt, wird das mit dem Fühlabschnitt 32 verbundene Fühlmaterial 92 zwischen den Elektroden 54a und 54b verformt und zeigt eine Änderung der elektrischen Leitfähigkeit. Diese Änderung wird erfaßt, um die entsprechende Änderung des Innendruckes aufzunehmen. So ist beispielsweise unterstellt, daß die mit jedem Fühlabschnitt verbundene elektrische Leitfähigkeit proportional dem Innendruck jedes Zylinders ist, und daß die Gesamtheit der mit den Fühlabschnitten 32a, 32b, 32c und 32d, die vom Erfassungsanschluß aus betrachtet parallel geschaltet sind, verbundenen Leitfähigkeiten proportional zur Summe der Innendrucke sind. Wie bei der ersten bis vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann das Innendrucküberlappungssignal getrennt gemessen werden.

Die Elektroden 54a und 54b können auf der Zylinderdichtungsfläche durch Drucken aufgebracht werden. Alternativ können sie in der Zylinderdichtung so verlegt werden, daß sie eine größere Kontaktfläche mit dem Fühlmaterial haben. Die Verteilung der im Fühlmaterial 92 enthaltenen Partikel mit elektrischer Leitfähigkeit kann örtlich dicht ausgeführt werden, um eine höhere elektrische Leitfähigkeit zu schaffen, so daß ein Teil des Fühlmaterials 92 als Teil jeder der Elektroden 54a und 54b benutzt werden kann. Während der Montage werden Isolierelemente auf der oberen und der unteren Oberfläche der Zylinderdichtung zum Fühlen angebracht, um eine elektrische Isolation zwischen der Zylinderdichtung dem Zylinderkopf sowie dem Zylinderblock zu schaffen.

Bezug nehmend auf Fig. 8 ist in der Figur eine sechste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dargestellt. Bei dieser Ausführungsform ist der eine Dichtung 10 bildende Bohrungsbohrungsrand an sich aus einem metallischen, druckempfindlichen Material 30 hergestellt um druckaufnehmende Abschnitte zu bilden. In der Figur bezeichnet das Bezugszeichen 90 eine Signalübertragungsleitung, und 53 bezeichnet Signalerfassungsanschlüsse. Wenn der Innendruck ansteigt, wird die Zylinderbohrungs-Dichtungseinfassung in radialer Richtung verformt und ändert, wie der metallische Dehnungsmeßstreifen, den elektrischen Widerstand im verformten Abschnitt. Durch Erfassen der Änderung des elektrischen Widerstandes kann die Änderung des Innendruckes erfaßt werden. Die Signalübertragungsleitung kann auf der Oberfläche der Zylinderdichtung durch Drucken hergestellt werden. Alternativ kann die Signalübertragungsleitung 90 aus dem gleichen Material wie dem der Fühlabschnitte 30a bis 30d und integral mit diesen bestehen. Bei einem als Beispiel aufgeführten Verfahren für die integrale bzw. einstückige Ausbildung der Fühlabschnitte 30a bis 30d und der Signalübertragungsleitung 90 sind vier ringförmig gestaltete, hintereinander verbundene Metallplatten entsprechend den Zylinderbohrungen, sowie die Signalübertragungsleitung 90 unter Bildung einer U-Form, auf einer Oberfläche der Zylinderdichtung zusammengefaßt. Die vier ringförmigen Metallplatten werden nicht nur durch Andrücken an die andere Oberfläche der

Dichtung gemäß der Größe und Position der Zylinderbohrungen verformt, sondern auch radial, um eine zylindrische Randeinfassung der Bohrung zu bilden. Beim Abdichten des Motors werden, wie bei der fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, elektrisch isolierende Elemente kombiniert benutzt, um eine Isolation zwischen der Dichtung und jedem Zylinderkopf und Zylinderblock zu schaffen.

Bezug nehmend auf Fig. 9 ist in der Figur eine siebte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dargestellt. Bei dieser Ausführungsform werden die Innendrucke aller Zylinder nicht in Form eines Überlappungssignals aufgenommen, sondern es wird der Innendruck eines speziellen Zylinders exakt mit Hilfe eines getrennten Sensors erfaßt und in die Signalverarbeitung eingegeben. Ein Drucksensor 30a (beim dargestellten Beispiel ein metallischer Dehnungsmeßstreifen) ist zur Erfassung des Innendruckes eines Zylinders A ausgebildet. Andererseits nehmen die Fühlabschnitte 32b, 32c und 32d eines verteilten Fühlmaterials 92 für die Mehrpunktdruckmessung Änderungen der Innendrucke der Zylinder B, C und D auf, um ein Überlappungssignal zu liefern. Das vom Sensor 30a gelieferte Signal kann unabhängig von den anderen Sensorsignalen empfangen werden, und somit kann man, beispielsweise, ohne Rücksicht auf die Drehzahl und den Verbrennungszustand des Motors, leicht den Signalpegel des atmosphärischen Druckes oder den Pegel des Standarddruckes unter Benutzung der Zeitperiode finden, wenn sowohl das Einlaßventil, als auch das Auslaßventil offen ist. Während das Ausgangsdrehmoment auf der Basis der Änderung des Innendruckes des ausgewählten Zylinders A berechnet und gesteuert wird, kann das von den Fühlabschnitten 32b, 32c und 32d gelieferte Überlappungssignal auch zur Durchführung einer Fühloperation verwendet werden, die den gesamten Zylinder überwacht, wie etwa die Erfassung von Fehlzündungen. Zum Zerlegen bzw. Trennen des Überlappungssignals kann das Ausgangssignal des Drucksensors 30a an sich als Zylinderdiskriminations-Bezugssignal verwendet werden. Natürlich kann auch ein vom Drucksensor 30a geliefertes Signal in Kombination mit einem vom Kurbelwinkelsensor gelieferten Signal als Zylinderdiskriminations-Bezugssignalquelle 20 verwendet werden, und die Signaltrennung kann auf der Basis des Kurbelumdrehungswinkels bewirkt werden.

Bezug nehmend auf Fig. 10 ist in der Zeichnung ein Motorsteuersystem schematisch dargestellt, das einen Zylinderinnendrucksensor der vorliegenden Erfindung benutzt. Auf der Basis der Änderung des Innendruckes jedes Zylinders, wobei die Drücke aus dem Überlappungssignal des Zylinderinnendruckens durch die Signalverarbeitung unter Benutzung einer Wellenformanalyse abgetrennt worden sind, kann beispielsweise die Größe und der Änderungsbetrag des erzeugten Drehmomentes, das Vorhandensein oder Fehlen von Fehlzündungen, die Verbrennungsspitzenposition und das Vorhandensein oder Fehlen von Klopfen erfaßt werden.

Das erzeugte Drehmoment kann aus der Änderung des Innendruckes und der Änderung des Zylindervolumens berechnet werden. Es muß nicht die gesamte Änderung des Innendruckes erfaßt werden, sondern nur eine begrenzte Änderung des Innendruckes bei der Verbrennungsspitze oder um die Mitte der Verbrennungsspitze herum. Da das erzeugte Drehmoment stark mit dem Verbrennungsspitzenwert korreliert ist, kann es aus diesem abgeleitet werden.

In ähnlicher Weise kann die Änderung des Innendruckes in der Nähe der Verbrennungsspitze erfaßt werden, um das Vorhandensein oder Fehlen von Fehlzündungen in jedem Zylinder festzustellen. Beispielsweise kann ein Vergleich mit einer Wellenform durchgeführt werden, die nur für das

Anlassen des Motors kennzeichnend ist, wobei die Wellenform durch Integrieren der Änderungen der Innendrucke in Bezug auf die Kurbelwinkel erhalten wird, d. h. Vergleich mit einer Wellenform, die für das Fehlen der Verbrennung kennzeichnend ist, um Fehlzündung festzustellen. Wenn alternativ der Wert der Verbrennungsspitze mit einem Bezugswert verglichen wird, kann eine so erhaltene Größenrelation benutzt werden, um Fehlzündungen festzustellen.

Weiter kann, wenn eine Druckspitze erfaßt werden soll, die auf den Zündzeitpunkt bezogene Verbrennungsspitzenposition auf der Basis des Kurbelwinkels bestimmt werden. Es ist allgemein bekannt, daß die optimale Verbrennung des Motors durch Steuern der Spitzenposition bewirkt werden kann.

Weiter kann durch Differenzieren einer empfangenen Signalwellenform, oder durch Abtrennen einer spezifizierten Frequenzkomponente durch ein direktes Filterverfahren das Vorhandensein bzw. das Fehlen einer schwachen Hochfrequenzkomponente (Klopfen) von beispielsweise 5 kHz bis 20 kHz bestätigt werden.

Durch Wählen oder Kombinieren verschiedener Arten von Informationen wie oben beschrieben und soweit nötig, kann für jeden Motor eine Motorfeinsteuerung auf der Basis des herkömmlichen Verfahrens durchgeführt werden. Beispielsweise können auf der Basis des Wertes des erzeugten Drehmomentes und der Fehlzündungsinformation die Mengen an Luft und Kraftstoff, oder das Verhältnis zwischen denselben durch Rückkopplung geregelt werden, derart, daß die erforderliche Verbrennung bei einem Zylinder aufrechterhalten wird, der von einer starken Änderung des Drehmomentes betroffen ist, oder bei einem Zylinder, der unter einer hohen Fehlzündungsfrequenz leidet. Weiter kann auf der Basis von Informationen über die Verbrennungsspitzenposition und das Klopfen, der Zündzeitpunkt und der Kraftstoffeinspritzzeitpunkt auf Echtzeitbasis gesteuert werden, derart, daß die richtige Verbrennung aufrechterhalten werden kann.

Mit Hilfe des Innendruckensensors der vorliegenden Erfindung und des Motorsteuersystems, das den oben beschriebenen Sensor verwendet, ist beabsichtigt, erstens das Montieren bzw. Verlegen der Mehrpunktfühlabschnitte zum Motor durch kollektives Entnehmen der Signale aus den Mehrpunktfühlabschnitten mittels einer kleinen Anzahl von Signalverdrahtungsleitungen zu erleichtern, und dann die Signale durch die Signalverarbeitung voneinander zu trennen. Wenn aber bei der Signalverarbeitung eine Signalwellenformverarbeitung, beispielsweise auf kollektiver Softwarebasis, statt der Verarbeitung durch Zylinderdiskriminationssteuerung auf der Basis der direkten Modulation einer Lichtquelle durchgeführt wird, kann eine Universalmotorsteuerung durchgeführt werden, die sich flexibel der Wahl und Änderung angezeigter Erfassungsinformationen widmet.

In Fig. 10 bezeichnet das Bezugszeichen 70 eine Signalverarbeitungseinheit einschließlich einer Wellenformanalyse. Die Signalverarbeitungseinheit 70 weist eine Zentraleinheit CPU 71 auf, die in der Weise arbeitet, daß sie die Wellenformanalyse und Signalverarbeitung des vom Zylinderinnendrucksensor gelieferten Überlappungssignals durchführt. Der Betrieb der CPU wird gemäß dem Flußdiagramm der Fig. 12 durchgeführt.

Bezug nehmend auf Fig. 12 wird in Schritt 121 das Zylinderdiskriminations-Bezugssignal abgerufen. Bei dieser Ausführungsform wird ein für den dritten Zylinder vorgesehener Einspritzimpuls als Bezugssignal benutzt, wie in Fig. 13 dargestellt. Der Einspritztriggerimpuls für den dritten Zyklus trifft mit der Zündverbrennungszeit des ersten Zylinder-



ders zusammen und stimmt so mit einem Erfassungzeitpunkt eines Spitzensignals überein, das mit dem ersten Zylinder verbunden ist und in dem vom Zylinderinnendrucksensor gelieferten Ausgangssignal enthalten ist.

In Schritt 122 wird das Zeitintervall T zwischen dem ersten, in Schritt 121 abgerufenen Triggerimpuls, und dem vorhergehenden Triggerimpuls berechnet; und weiter wird die Drehzahl N auf der Basis des genannten Zeitintervalls berechnet und in einem Speicher aufgezeichnet, wobei der aufgezeichnete Inhalt konstant aktualisiert wird.

Andererseits wird in Schritt 123 das Motordrehmoment gemäß einem später zu beschreibenden Verfahren berechnet und ausgegeben. In Schritt 124 wird eine in einem ROM gespeicherte Datenkennfeld auf der Basis der Drehzahl N von in Schritt 122 und dem in Schritt 123 gelieferten Drehmoment τ konsultiert; und in Schritt 125 wird die Abtastzeit S , die mit der Drehzahl N zusammenpaßt, sowie eine Verzögerungszeit t_1 , t_2 , t_3 oder t_4 bis zum Abtaststartpunkt für das Verbrennungsdrucksignal gelesen, das einem entsprechenden Zylinder zugeordnet ist. Dann wird in Schritt 126 das vom Zylinderinnendrucksensor gelieferte Überlappungssignal während einer Abtastdauer abgetastet, die mit dem Lesestartpunkt beginnt und im Speicher abgelegt wird. In Schritt 127 wird das in Schritt 126 abgetastete Datum der Wellenformkorrektur unterzogen, wenn sich benachbarte Spitzen im großen Umfange überlappen.

Fig. 14 ist ein Flußdiagramm, das Einzelheiten des Betriebsinhaltes des Schrittes 123 gemäß Fig. 12 darstellt.

Bezug nehmend auf Fig. 14 wird in Schritt 141, die in Schritt 126 oder 127 der Fig. 12 erhaltene Druckwellenforminformation abgerufen. In Schritt 142 wird das Volumen des Zylinders in einem Zeitpunkt berechnet, in welchem jedes Druckdatum erzeugt wird; und in Schritt 143 wird das Produkt des Druckdatums und des Volumens berechnet und über einen Zyklus integriert, um einen Drehmomentrelativwert zu berechnen. In Schritt 144 wird eine Bezugsdruckinformation, wie etwa der atmosphärische Druck, gelesen, und jedes Druckdatum wird in einen Absolutdruck umgewandelt; und in Schritt 145 wird das Produkt des Absolutdruckes und des Volumens berechnet und über einen Zyklus integriert, um einen Drehmomentenabsolutwert zu berechnen. Dann wird in Schritt 147 der in Schritt 143 ermittelte Drehmomentenrelativwert und der in Schritt 145 ermittelte Drehmomentenabsolutwert, sowie die in Schritt 146 berechnete Änderung des Drehmomentes zu Zwecken der Aktualisierung aufgezeichnet.

In Schritt 149 wird über den Gradienten bzw. Anstieg des Drucksignals im Hinblick darauf entschieden, ob er positiv oder negativ ist, und zwar unter Benutzung eines Differenzsignals zwischen vorhergehenden und nachfolgenden eingegebenen Druckdaten. Das Druckdatum zu dem Zeitpunkt, in welchem das entschiedene Vorzeichen sich von plus nach minus ändert, d. h., das in einem Spitzenpunkt der Druckwellenform entschiedene Vorzeichen, wird in Schritt 150 in einem Speicher aufgezeichnet, und in Schritt 151 wird die zu diesem Zeitpunkt bestehende Kurbelwinkelposition im Speicher aufgezeichnet. Darin wird in Schritt 152 darüber entschieden, ob die Spitzenerfassung während der Beobachtung der Druckdaten erneut durchgeführt wird; und wenn ein zweites Auftreten einer Spitze erfaßt wird, werden die Schritte 150 und 151 ausgelöst, um die zweite Spitze als tatsächliche Spitze zu speichern. Zwei Spitzen treten aufgrund der Tatsache auf, daß wenn die Verbrennungszeit verzögert ist, eine Spitze aufgrund der Kompression sowie eine nachfolgende Verbrennungsspitze auftritt.

In Schritt 153 wird darüber entschieden, ob der in Schritt 150 erfaßte Verbrennungsspitzenwert kleiner als der Bezugswert ist, wodurch das Vorhandensein oder Fehlen von

Fehlzündungen bestimmt wird. Dann wird in Schritt 154 der Winkel zwischen dem Zündwinkel und der Verbrennungsspitze auf der Basis des in Schritt 151 erfaßten Kurbelwinkels berechnet, gespeichert und aktualisiert.

In Schritt 156 wird eine Hochpaßfilteraktion durchgeführt, sodaß eine Hochfrequenzkomponente in der Wellenform der Druckdaten durchgelassen wird. Als Ergebnis wird eine Frequenzkomponente von 5 bis 20 kHz, die eine Klopf Frequenz bedeutet erfaßt. In Schritt 157 wird die erfaßte Frequenzkomponente differenziert, so daß sogar eine Komponente kleiner Amplitude erfaßt werden kann; und in Schritt 158 wird das Vorhandensein oder Fehlen des Klopfens aus dem Differenzialsignal bestimmt.

Gemäß den bisher behandelten Ausführungsformen ist der Zylinderinnendrucksensor für die Mehrpunktdruckmessung aus einem verteilten Fühlmaterial hergestellt, wie etwa einem Draht mit elektrischem Widerstand einem druckempfindlichen leitenden Gummi, einem Kohlenstoffschichtstapel oder einer Lichtleitfaser; und mindestens ein Teil der von den einzelnen Fühlabschnitten gelieferten Signale wird gemeinsam in Form eines Überlappungssignals erfaßt, wodurch bewirkt wird, daß die Anzahl der in der Umgebung der Fühlabschnitte benötigten Signalverdrahtungsleitungen verringert werden kann.

Auch beim Verlegen an einem Motor wird das Fühlmaterial zusammen mit den peripheren Signalverdrahtungsleitungen zwischen dem Motorzylinderkopf und dem Zylinderblock montiert; insbesondere wird es integral mit der Kopfdichtung verlegt, so daß ohne Rücksicht auf die Bedingungen in der unmittelbaren Umgebung des Motors, wo Sensormontageplatz nur schwer freizuhalten ist, das kompakte Anbringen des Zylinderinnendruckensors für die Mehrzylinderdruckmessung erleichtert werden kann.

Weiter wird die Zerlegung des Überlappungssignals softwaremäßig unter Benutzung der Bezugssignalquelle für die Zylinderdiskrimination sowie der Signalverarbeitungseinheit mit einer Signalverarbeitung unter Verwendung der Wellenformanalyse durchgeführt, so daß die fragliche Wahl und Änderung der Erfassungsinformation flexibel durchgeführt werden kann, ohne Änderung des Geräteaufbaus, der direkt die Verlegungsoberfläche beeinflusst.

Aufgrund der oben genannten Wirkungen und ihrer Kombination können beim Zylinderinnendrucksensor der vorliegenden Erfindung und dem Motorsteuersystem unter Verwendung des Sensors die von einer Vielzahl von Fühlabschnitten gelieferten Signale gemeinsam durch eine kleine Anzahl von Signalverdrahtungsleitungen erfaßt werden, und daraufhin kann das Überlappungssignal durch die Signalverarbeitung zerlegt werden, wodurch die Motorsteuerung auf der Basis der Mehrzylinderdruckmessung erleichtert wird.

Als nächstes wird eine Zylinderinnendruck-Fühlvorrichtung mit Lichtleitfaser für die Mehrzylindermessung beschrieben, bei der ein Ende einer, den Zylinderdrucksensor mit Lichtleitfaser umfassenden Zylinderdichtung, als ein Ende zum Reflektieren des Lichtes benutzt wird, so daß das Lichteinfallsende der Lichtleitfaser auch als Erfassungsende dienen kann, wobei die lichtemittierende Einheit und die lichtempfangende Einheit dicht aneinander verlagert sind, wodurch die zur Außenseite des Motors geführte elektrische Verdrahtung vereinfacht und die unerwünschte Lichtleitfaser-Verdrahtung innerhalb der Dichtung vermieden werden kann.

Bezug nehmend auf Fig. 15 ist in der Figur eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dargestellt. In der Figur bezeichnet das Bezugszeichen 10 eine Motorkopfdichtung bzw. eine plattenartige Struktur entsprechend der Kopfdichtung. Eine lichtemittierende Einheit und eine lichtemp-

fangende Einheit sind gemeinsam an der Dichtung 10 verlegt, und eine Halterung 111 ist an der Dichtung 10 vorgesehen, um die lichtemittierende und lichtempfangende Einheit 140 zu befestigen. Beispielsweise kann die Halterung 111 aus einer leicht vorspringenden Metallplatte bestehen, die zur Bildung der Dichtung 10 durch den Rand derselben benutzt wird. Die benötigten elektrischen Schaltungen sind auf der Halterung verlegt und mit einer Kappe umschlossen. Alternativ kann ein gehäuseartiges Bauteil am Rande der Dichtung befestigt sein. In jedem Falle kann die Größe der Halterung 111 so gewählt werden, daß sie nicht die Installation der Fühldichtung stört.

Die lichtemittierende und empfangende Einheit 140 ist optisch mit einer Lichtleitfaser 130 verbunden, und die Lichtleitfaser ist in einer Nut 12 verlegt, welche in der Dichtung 10 gebildet ist. Der Außendurchmesser der Lichtleitfaser, die mit einem Schutzüberzug versehen ist, beträgt etwa 0,3 mm, wobei die Lichtleitfaser ausreichend innerhalb der Dichtung verlegt werden kann, die eine Dicke von 1 mm oder weniger besitzt. Die Lichtleitfaser 130 verläuft durch Fühlabschnitte 30a bis 30d, auf die die Innendrucke der einzelnen Zylinder durch die Druckeinlaßpfade 13a bis 13d eingelassen werden, was jeden Fühlabschnitt der Lichtleitfaser einer Biegung entsprechend dem Innendruck aussetzt.

Eine Reflexionsendoberfläche 131 der Lichtleitfaser besteht aus einer senkrechten Schnittfläche der Lichtleitfaser. Dies ermöglicht die Reflexion eines Teils des Lichtes an der senkrechten Endoberfläche 131, und anschließend die Rückkehr zur lichtemittierenden und empfangenden Einheit 140. Als Beispiel wird die senkrechte Endoberfläche 131 der Vakuumaufdampfung oder Plattierung durch beispielsweise ein Metall ausgesetzt, um eine beständige Reflexion zu gewährleisten. Wie oben beschrieben erfährt die Lichtleitfaser 130 einen Lichtverlust gemäß der Biegung jedes der Fühlabschnitte 30a bis 30d, so daß eine Änderung des Innendruckes aus der Größe des Verlustes gemessen werden kann. Bei der vorliegenden Ausführungsform läuft das Licht zweimal durch jeden Fühlabschnitt, und zwar mit einer Geschwindigkeit, die ausreichend schneller als die Geschwindigkeit des Verbrennungszyklus ist, so daß die Lichtleitfaser den Lichtverlust gemäß einem momentanen Innendruck mit doppelter Empfindlichkeit erfährt. Daher kann selbst im Falle, daß sich die für die einzelnen Fühlabschnitte erforderliche Biegefähigkeit der Lichtleitfaser verschlechtert, so daß sich die optischen Eigenschaften mit der Änderung des Innendruckes weniger ändern, die Empfindlichkeit unverändert bestehen bleiben. Dementsprechend kann die der Lichtleitfaser auferlegte Biegebelastung gemildert werden, um die Dauerhaftigkeit der Lichtleitfaser zu begünstigen.

In der Figur ist die Nut 12 etwas länger als die Lichtleitfaser ausgebildet. Die Nut weist nämlich einen Zusatzraum 14 für die Lichtleitfaser auf. Im Unterschied zu einem elektrischen Draht ist es bei einer Lichtleitfaser, wenn sie zu kurz durchgeschnitten wird oder aus irgendwelchen Gründen gebrochen ist, nicht leicht, eine länger vorgesehene Länge durch Anschließen einer anderen Lichtleitfaser wiederherzustellen. Insbesondere muß zur Wiederherstellung der vorgesehenen Länge die kurze Lichtleitfaser mit einer neuen bzw. frischen Lichtleitfaser durch Verschmelzen verbunden werden, derart, das eine genaue Übertragung des Lichtes durch die Verbindung ermöglicht werden kann. Infolgedessen muß eine handzuhabende Lichtleitfaser eine Überlänge haben, wobei eine Struktur zum Absorbieren bzw. Aufnehmen von Ungleichmäßigkeiten der Überschußlänge benötigt wird. In der Figur wird eine solche Unregelmäßigkeit durch die Länge der in der Dichtung gebildeten Nut ausreguliert. Natürlich ist der Zusatzraum 14 nicht immer eine Verlängerung der Nut, sondern kann ein passend vorgesehener Raum

sein.

In der Figur bezeichnet das Bezugszeichen 62 eine Treiber- und Erfassungsschaltung für den auf der Halterung 111 vorgesehenen Modul 140. Durch Verlängern der elektrischen Verdrahtung zwischen der Erfassungsschaltung 62 und der lichtemittierenden und empfangenden Einheit 140 kann die Detektor- bzw. Erfassungsschaltung 62 natürlich in einiger Entfernung vom Motorgehäuse angeordnet werden. In diesem Falle kann die Fläche der Halterung 111 kleiner sein. Ein von der Erfassungsschaltung geliefertes Ausgangssignal enthält eine im Verbrennungszyklus unveränderbare Gleichstromkomponente, sowie eine mit der Änderung des Innendruckes veränderbare Wechselstromkomponente (Verbrennungsdruck-Signalkomponente). Gemäß der Figur wird die Ausgabe der Lichtquelle auf der Basis der Größe der erfaßten Gleichstromkomponente abgestimmt und durch eine Gleichstromsignalkomponenten-Erfassungs- und Verarbeitungseinheit 63 verarbeitet; und die Motorsteuerung wird durch eine Motorsteuereinheit 80, wie unter Bezugnahme auf die Fig. 10 bis 14 beschrieben, auf der Basis der Ausgabe eines Bezugssensors 82, sowie dem Zustand der Wellenform bewirkt, die für die zeitliche Änderung des Innendruckes (oder die Änderung des Innendruckes, bezogen auf den Kurbelwinkel) bewirkt, wobei die Druckänderung durch eine Wechselstromsignalkomponenten-Erfassungs- und Verarbeitungseinheit 64 (Innendrucksignal) erfaßt wird.

Wenn allerdings eine genauere Erfassung des Innendruckes jedes Zylinders gewünscht wird, muß ein System der Signalverdrahtung wie das obige in zwei oder mehr Signalverdrahtungssysteme geändert werden, um der Situation gerecht zu werden. Der Lichtleitfaser-Zylinderinnendrucksensor der vorliegenden Erfindung kann der obigen Situation leicht entsprechen, im Vergleich zu den herkömmlichen Lichtleitfasersensoren.

Bezug nehmend auf Fig. 16 wird ein Beispiel des lichtemittierenden und -empfangenden Einheit 140 gemäß der vorliegenden Erfindung dargestellt. In der Figur bezeichnet das Bezugszeichen 43 einen Lichtteiler (Halbspiegel), und 44 bezeichnet einen Lichtsammler (Linse). Das von einem üblichen Lichtemitter 41 ausgesandte Licht fällt auf eine Lichtleitfaser, und ein Teil des an der Reflexionsendoberfläche 131 der Lichtleitfaser reflektierten rückkehrenden Lichtes wird durch den Lichtteiler 43 geteilt und durch einen Lichtempfänger 42 gemessen. Die Lichtleitfaser 130 mit der Lichtleitfaser-Reflexionsendoberfläche 131, sowie ein Fühlabschnitt 30 sind in der Motorkopfichtung verlegt.

Fig. 17 zeigt ein weiteres Beispiel des Aufbaus der lichtemittierenden und -empfangenden Einheit 140. Wie in Fig. 17 dargestellt, wird das reflektierte, zurückkehrende Licht, das durch einen Lichtemitter 41 gelaufen ist, durch einen Lichtempfänger 42 erfaßt.

Fig. 18 ist ein noch weiteres Beispiel zum Aufbau der lichtemittierenden und -empfangenden Einheit 140 in Form eines kleinen Moduls. Gemäß der Figur wird eine Lichtemissionsvorrichtung 45, wie eine Laserdiode oder eine Superlumineszenzdiode, als Lichtemitter benutzt, und eine lichtempfangende Vorrichtung 47, dargestellt durch eine Fotodiode, wird als Lichtempfänger benutzt. Da die lichtemittierende Vorrichtung 45 und die lichtempfangende Vorrichtung 47 kleine Abmessungen besitzen, sind sie, zusammen mit dem als Lichtteiler dienenden Halbspiegel 43 sowie einer Linse 44, in einem kleinen Modulrahmen montiert, um ein lichtemittierendes und -empfangendes Modul 48 zu bilden. Als Linse 44 können verschiedene Arten von Linsen verwendet werden, wie beispielsweise eine zylindrische Linse und eine Kugellinse. Eine Lichtleitfaser 130 ist relativ zum Lichtemitter und zur Linse 44 positioniert, die am lichtemittierenden und -empfangenden Modul 48 befestigt sind,



der den Modulrahmen bildet, wobei die Lichtleitfaser am Modulrahmen befestigt ist. Wenngleich in der Figur nicht dargestellt, kann vorher ein getrenntes, zwingenartiges Element zum Umschließen der Lichtleitfaser als Befestigungseinheit für die Lichtleitfaser 130 hergestellt werden, wodurch das Befestigen der Lichtleitfaser am Modulrahmen leicht und beständig ist.

Fig. 19 zeigt ein noch weiteres Beispiel für den Aufbau der lichtemittierenden und -empfangenden Einheit 140 in Form eines kleinen Moduls. In der Figur bezeichnet das Bezugszeichen 46 einen aktiven Bereich einer lichtemittierenden Vorrichtung 45, d. h. einen lichtemittierenden Bereich der Lichtquelle. Der aktive Bereich besitzt die Form eines Lichtwellenleiters, der in der der lichtemittierenden Vorrichtung entgegengesetzten Oberfläche eine Öffnung besitzt. Wie in der Figur dargestellt, wird reflektiertes, zurückkehrendes Licht, welches durch den aktiven Bereich 46 gelaufen ist, durch eine lichtempfangende Vorrichtung 47 erfaßt. Allgemein ist der lichtempfangende Bereich der lichtempfangenden Vorrichtung 47 größer als die Öffnung des aktiven Bereichs 46, so daß in Verbindung mit der lichtempfangenden Vorrichtung eine Sammellinse nicht vorgesehen ist. Einige Allzweck-Laserdiodenmodule enthalten im voraus eine lichtquellenüberwachende Fotodiode, entsprechend der in der Figur gezeigten lichtempfangenden Vorrichtung 47; und in diesem Falle kann das Zylinderinnendrucksignal direkt aus der Ausgabe der überwachenden Fotodiode erfaßt werden. Natürlich kann auch ein Lichtsammler, der Licht an einer optimalen Position der lichtaufnehmenden Vorrichtung 47 sammelt, verwendet werden.

Die lichtempfangende Vorrichtung 47 empfängt von der fühlenden Lichtleitfaser ein Zylinderinnendruckänderungssignal, zusammen mit dem direkten Empfang von Licht der Lichtquelle, das von der Rückseite der lichtemittierenden Vorrichtung 45 ausgestrahlt wird. Das Zylinderinnendruck-Erfassungssignal enthält hauptsächlich eine Wechselstromkomponente gemäß dem Verbrennungszyklus. In ähnlicher Weise kann das Klopfen aufgrund einer anormalen Verbrennung aus einem Signal höherer Frequenz erhalten werden. Im Gegensatz dazu kann das Licht der Lichtquelle im wesentlichen in Form einer Gleichstromkomponente erfaßt werden. Dementsprechend kann durch Erfassen des die Wechselstromkomponente wiedergebenden Zylinderinnendrucksignals, durch Steuern der Lichtquellenangabe derart, daß die Gleichstromkomponente beispielsweise durch die in Fig. 15 dargestellte Signalverarbeitung konstant gehalten wird, die Innendruckmessungen durchgeführt werden, die zur Unterdrückung einer Maßstabsfaktoränderung des Signals fähig ist. Natürlich ist eine modulierte Intensitätskomponente in der Intensität des emittierten Lichtes der lichtemittierenden Vorrichtung 45 enthalten, jedoch ist der Einfluß dieser Komponente klein, wenn eine ausreichende Zylinderinnendruck-Signalintensität aus dem reflektierten, zurückkehrenden Licht erhalten werden kann.

Allgemein erfährt das reflektierte, zurückkehrende Licht, wenn es durch den aktiven Bereich 46 läuft, eine Lichtverstärkung gemäß der Struktur des als Resonator arbeitenden aktiven Bereichs. Wenn sich der Verhältniswert der Lichtverstärkung stark mit einer beispielsweise kleinen Änderung des Einspritzstromes der lichtemittierenden Vorrichtung 45 ändert, ist zu erwarten, daß diese große Änderung der Verstärkung die Signalerfassung beeinflusst, indem sie sie instabil macht. In diesem Falle kann der Einfluß durch Verringern des Reflexionsfaktors der Reflexionsfläche des aktiven Bereichs 46 vermindert werden. Alternativ können ähnliche Wirkungen durch Einstellen des Einspritzstromes der lichtempfangenden Vorrichtung auf einen Bereich erwartet werden, der ausreichend kleiner als der Schwellenwert der La-

serschwingung ist.

Fig. 20 zeigt ein Beispiel des Aufbaus der Halterung der in Fig. 15 dargestellten Ausführungsform. Das Verlegen eines Sensors innerhalb einer Sensorverlegungs-Metalplatte 112, die aus laminierten Metallplatten gebildet ist und auch als Zwischenplatte der metallischen Zylinderdichtung dient, ist in Schnittform in Fig. 20 dargestellt. Zusätzlich zu einer Nut 12 für die Verlegung der Lichtleitfaser kann ein Platz zum Montieren der Fühlabschnitte und innendruckeinleitenden Kanäle in der Metalplatte 112 gebildet werden. In der Figur bezeichnen die Bezugszeichen 113a und 113b Metallplatten zur Verstärkung der Innendruckabdichtwirkung. Natürlich muß die Anzahl der Innendruck-Abdichtmetallplatten 113a und 113b nicht auf zwei beschränkt sein.

Fig. 21 zeigt ein Beispiel der Montage des lichtemittierenden und -aufnehmenden Moduls an der Halterung. In der Figur ist eine Anordnung eines lichtemittierenden und -aufnehmenden Moduls 48 dargestellt, der an der Oberfläche der Dichtung mit Hilfe eines Befestigers 49 und einer Lichtleitfaser 130 befestigt ist. Wie weiter oben beschrieben, kann die Halterung 111 aus dem gleichen Material hergestellt sein wie der Lichtleitfaser-Montageabschnitt.

Allgemein ist es für die Lichtleitfaser 130 schwierig, sich frei in einem Lichtleitfaserpfad 12 in Form einer in der Dichtung gebildeten Nut zu bewegen. Wenn daher das die Dichtung bildende Material, beispielsweise die Metalplatte, thermisch verformt wird und sich dehnt oder zusammenzieht, entsteht erwartungsgemäß Spannung zwischen der Lichtleitfaser und dem außen befestigten lichtemittierenden und -aufnehmenden Modul 48, die die der Lichtleitfaser auferlegte strukturelle Belastung vergrößert. Um dieses Problem zu bewältigen, ist die Breite der Nut in der Nähe des Ausgangs der Lichtleitfaser erweitert, wie dargestellt, um einen Abschnitt zu schaffen, der als ein Lichtleitfaser-Längenadapter 15 dient. Die Lichtleitfaser kann also im Lichtleitfaser-Längenadapter 15 geringfügig lose liegen, um den Einfluß der durch die thermische Ausdehnung verursachten Spannung zu mildern. Natürlich können Strukturen ähnlich dem Lichtleitfaser-Längenadapter 15 an mehreren Stellen in der Dichtung vorgesehen werden. Allgemein kann eine ähnliche Wirkung durch Aufweiten der Breite der Lichtleitfasernut im Bereich eines anderen Abschnittes als den Abschnitten in der Nähe der Fühlabschnitte erwartet werden, wobei die Position der Lichtleitfaser in Bezug auf druckempfangende Elemente, wie etwa Membranen, spezifiziert wird.

Weiter ist, wie in der Figur veranschaulicht, der lichtemittierende und -empfangende Modul im Hinblick auf die Milderung der auf den Anschlußteil zwischen dem lichtemittierenden und -empfangenden Modul 48 und der Lichtleitfaser wirkenden Belastung, der lichtemittierende und -aufnehmende Modul schräg zur Richtung der Verlängerungslinie des die Dichtungsnut bildenden Lichtleitfaserpfades 12 verlegt. Natürlich kann im Falle, daß die strukturelle Belastung am lichtemittierenden und -aufnehmenden Modul durch Schlaffen der Lichtleitfaser verringert wird, der lichtemittierende und -empfangende Modul in der Verlängerungsrichtung der Lichtleitfasernut montiert werden.

Bezug nehmend auf Fig. 22 ist in der Figur eine noch weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dargestellt. Gemäß der Figur wird die Anzahl der elektrischen Verdrahtungsleitungen in der Nähe des Motors durch Befestigen eines Lichtleiterkabels 133 an einer Halterung 111 verringert. In der Umgebung des Motors sind elektrische Störungen aufgrund, beispielsweise, der Entladung der Zündkerzen groß. Dementsprechend ist es erwünscht, zusätzlich zu den Fühlabschnitten im Motor die Erfassungssignalleitung so weit wie möglich als Lichtleitfaser auszubil-

den, die gegen elektrische Störungen immun ist. In der Figur bezeichnet das Bezugszeichen 48 einen lichtemittierenden und -aufnehmenden Modul, und 134 bezeichnet einen Verbind- 5
er bzw. Anschluß zur Erfassungsschaltung. Bei dieser Ausführungsform kann der lichtemittierende und -aufnehmende Modul in einiger Entfernung von dem als Wärmequelle wirkenden Motor montiert werden, wodurch er leicht dem thermischen Einfluß entzogen werden kann.

Gemäß der oben beschriebenen Ausführungsform des faseroptischen Zylinderdrucksensors kann durch Verwenden 10
reflektierten, zurückkehrenden Lichtes vom Spitzenende der Lichtleitfaser, welche in der Motordichtung als einem zu erfassenden Gegenstand montiert ist, die in der Dichtung zu verlegende Verdrahtung der Lichtleitfaser frei geändert werden, bei gleichzeitiger Anbringung des Lichtempfängers in 15
der Nähe des Lichtemitters, der optisch an die Lichtleitfaser angeschlossen ist.

Weiter können durch gleichzeitiges Erfassen des reflektierten, zurückkehrenden Lichtes und des direkt vom Lichtemitter kommenden Lichtes, beispielsweise durch Erfassen 20
des reflektierten, rückkehrenden Lichtes, welches durch den Lichtemitter gelaufen ist, der Lichtemitter und der Lichtempfänger eng aneinander verlegt werden.

Weiter können unter Benutzung einer lichtemittierenden Vorrichtung in Gestalt einer Laserdiode als Lichtemitter, 25
und einer lichtaufnehmenden Vorrichtung in Gestalt einer Fotodiode als Lichtempfänger, der Lichtemitter und der Lichtempfänger kombiniert in einem kleinen Modul montiert werden. In Kombination mit dem obigen optischen System kann beispielsweise eine Überwachungsfotodiode, die 30
in einem Allzweck-Laserdiodenmodul eingebaut ist, durch sich selbst zur Erfassung des reflektierten, zurückkehrenden Lichtes verwendet werden.

Wenn die den faseroptischen Zylinderdrucksensor enthaltende Dichtung gestaltet wird, wird das Lichteinfallende 35
der Lichtleitfaser auch als das Lichterfassungsende verwendet, und zwar durch die Benutzung der Lichtreflexion und durch das eng aneinander erfolgende Verlegen des Lichtemitters und des Lichtempfängers; und in diesem Falle kann, wie oben beschrieben, die zur Außenseite des Motors ge- 40
führte Verdrahtung vereinfacht werden; und gleichzeitig kann eine unerwünschte Lichtleitfaserverdrahtung in der Dichtung vermieden werden. Infolgedessen kann ein faseroptischer Zylinderdrucksensor für Mehrzylinderdruckmes- 45
sungen, der leicht an verschiedene Arten von Motoren und verschiedene Arten von Dichtungen anpaßbar ist, geschaffen werden.

Patentansprüche

1. Zylinderinnendruck-Fühlvorrichtung für Mehrzylinder- 50
motoren, aufweisend:
eine Vielzahl von Fühlabschnitten (30, 32), die zwischen dem Zylinderkopf und dem Zylinderblock eines Motors eingefügt sind, der eine Vielzahl von Zylindern 55
umfaßt und die betriebsmäßig so beschaffen sind, daß sie auf elektrische Weise ein Signal erfassen, welches für den Innendruck in jedem der Vielzahl der Zylinder kennzeichnend ist;
eine Erfassungsschaltung (40, 50, 53, 54, 90, 91) zum 60
Entnehmen der von mindestens zwei Fühlabschnitten erhaltenen Erfassungssignale als ein resultierendes Überlappungssignal;
eine Bezugssignal-Erzeugungsvorrichtung (20), die 65
betriebsmäßig so beschaffen ist, daß sie ein Bezugssignal zum Diskriminieren der Erfassungssignale liefert, die in Verbindung mit der Vielzahl der Zylinder erhalten wurden; und

eine Vorrichtung (60) zum Abtrennen mindestens eines der Erfassungssignale, die von mindestens zwei Fühlabschnitten zur Schaffung des Überlappungssignals erfaßt wurden, aus dem Überlappungssignal, auf der Basis des genannten Bezugssignals.

2. Zylinderinnendruck-Fühlvorrichtung für Mehrzylindermotoren nach Anspruch 1, bei der die Fühlabschnitte (30, 32) innerhalb der Motorkopfdichtung (10) verlegt sind.
3. Zylinderinnendruck-Fühlvorrichtung für Mehrzylindermotoren nach Anspruch 2, bei der mindestens ein Teil eines Dichtungsmaterials sowie eine metallische Bohrungsdichtungseinfassung der Dichtung als die Fühlabschnitte (32) verwendet wird.
4. Zylinderinnendruck-Fühlvorrichtung für Mehrzylindermotoren nach Anspruch 2, bei der mindestens ein Teil eines Dichtungsmaterials sowie eine metallische Bohrungsdichtungseinfassung der Dichtung (10) als Signalverdrahtungsleitung für die genannten Fühlabschnitte (32) benutzt wird.
5. Zylinderinnendruck-Fühlvorrichtung für Mehrzylindermotoren nach Anspruch 4, bei der mindestens einer der Fühlabschnitte (32) sowie die genannte Signalverdrahtungsleitung aus druckempfindlichem, leitendem Gummi hergestellt ist.
6. Zylinderinnendruck-Fühlvorrichtung für Mehrzylindermotoren nach Anspruch 4, bei der mindestens einer der Fühlabschnitte (32) sowie die Signalverdrahtungsleitung aus einem druckempfindlichen, dem Kohlenstoffschichtstapel ähnlichen, Dichtmaterial hergestellt ist.
7. Zylinderinnendruck-Fühlvorrichtung für Mehrzylindermotoren nach Anspruch 4, bei der mindestens einer der Fühlabschnitte (32) sowie die Signalverdrahtungsleitung aus einem Material hergestellt ist, das seinen elektrischen Widerstand bei Änderung seiner Form ändert.
8. Zylinderinnendruck-Fühlvorrichtung für Mehrzylindermotoren nach Anspruch 3, die weiter eine Isolier- 10
vorrichtung (11) zum elektrischen Isolieren der genannten Dichtung gegen den Zylinderkopf oder den Zylinderblock umfaßt.
9. Zylinderinnendruck-Fühlvorrichtung für Mehrzylindermotoren nach Anspruch 8, bei der die Isolier- 15
vorrichtung eine Isolierschicht (11a, 11b) ist, die auf mindestens einer oberen oder unteren Oberfläche der Dichtung vorgesehen ist.
10. Zylinderinnendruck-Fühlvorrichtung für Mehrzylindermotoren nach Anspruch 1, bei der mindestens ein Teil der die Fühlabschnitte (32) verbindenden Signal- 20
verdrahtungsleitung innerhalb der Zylinderdichtung verlegt ist.
11. Zylinderinnendruck-Fühlvorrichtung für Mehrzylindermotoren nach Anspruch 10, bei der mindestens ein Teil der die Fühlabschnitte (32) verbindenden Signalverdrahtungsleitung aus dem gleichen Material wie dem zur Herstellung der Fühlabschnitte hergestellt ist.
12. Zylinderinnendruck-Fühlvorrichtung für Mehrzylindermotoren nach Anspruch 11, bei der das Material 25
(92) für die Fühlabschnitte (32) ein druckempfindlicher, leitender Gummi ist.
13. Zylinderinnendruck-Fühlvorrichtung für Mehrzylindermotoren nach Anspruch 11, bei der das Material (92) für die Fühlabschnitte (32) ein druckempfindliches kohlenstoffstapelschichtartiges Dichtungsmaterial ist.
14. Zylinderinnendruck-Fühlvorrichtung für Mehrzylinder- 30
motoren nach Anspruch 11, bei der das Material

(92) für die Pühlabschnitte (32) ein Material ist, das seinen elektrischen Widerstand bei Änderung seiner Form ändert.

Hierzu 18 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

FIG. 1

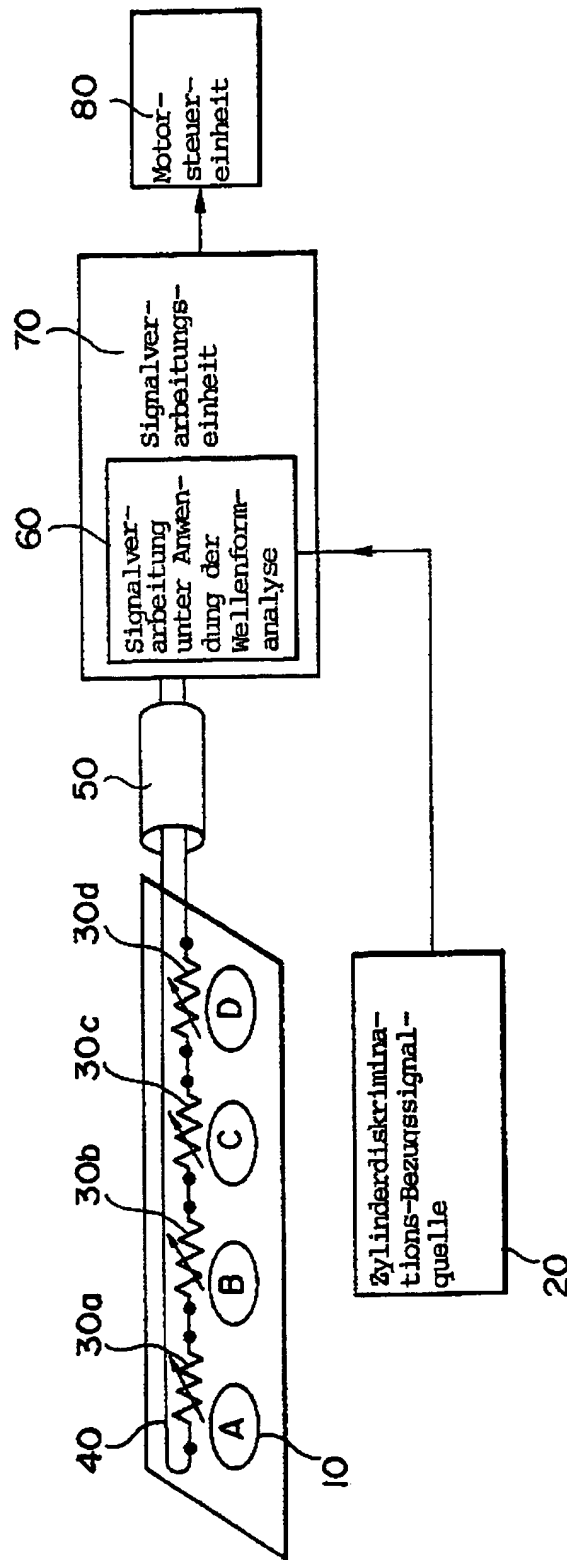


FIG.2

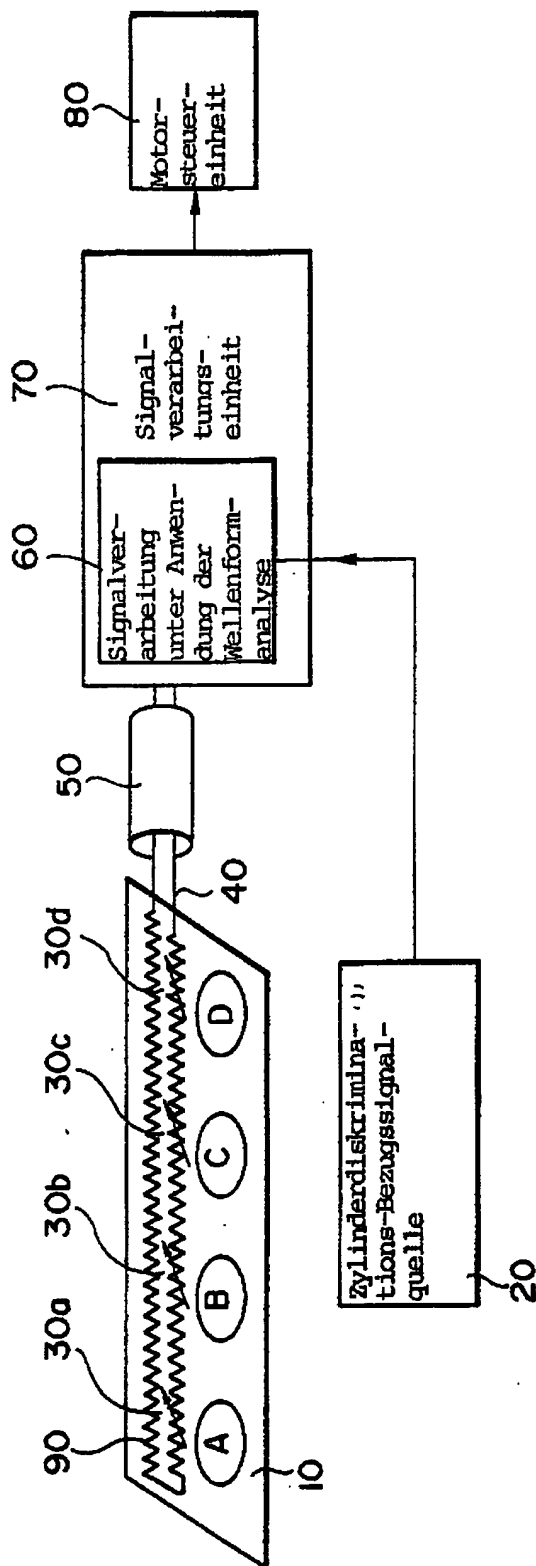


FIG.3

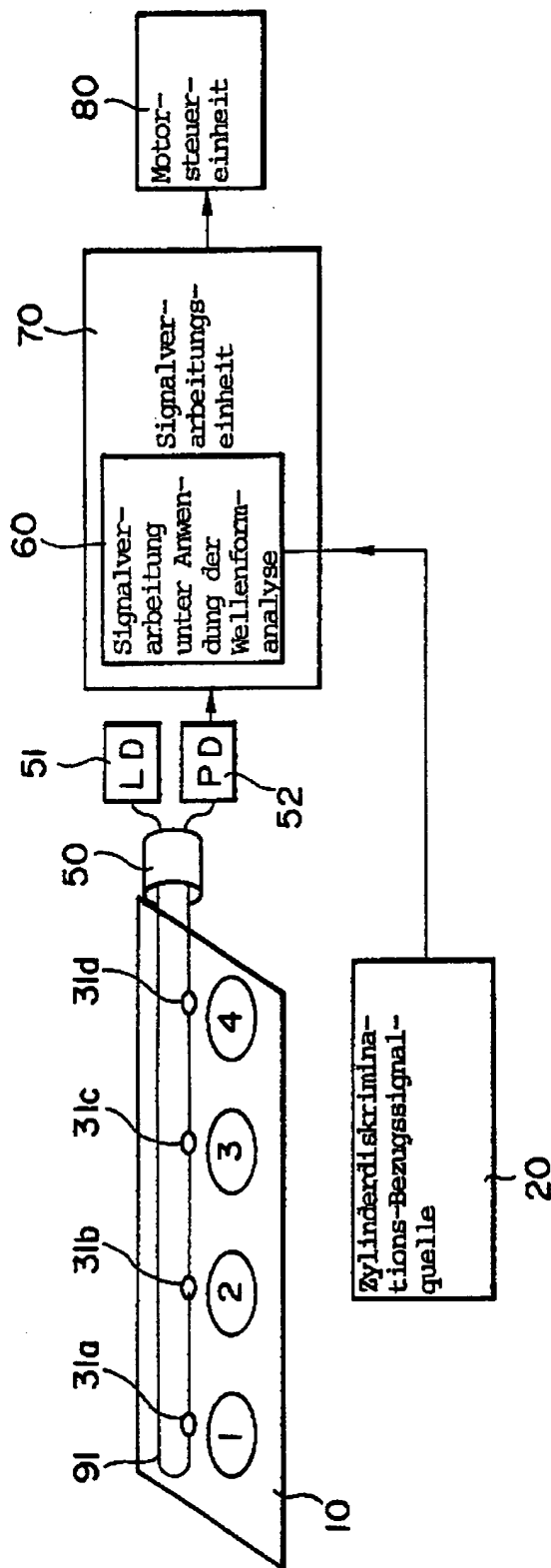


FIG.4A

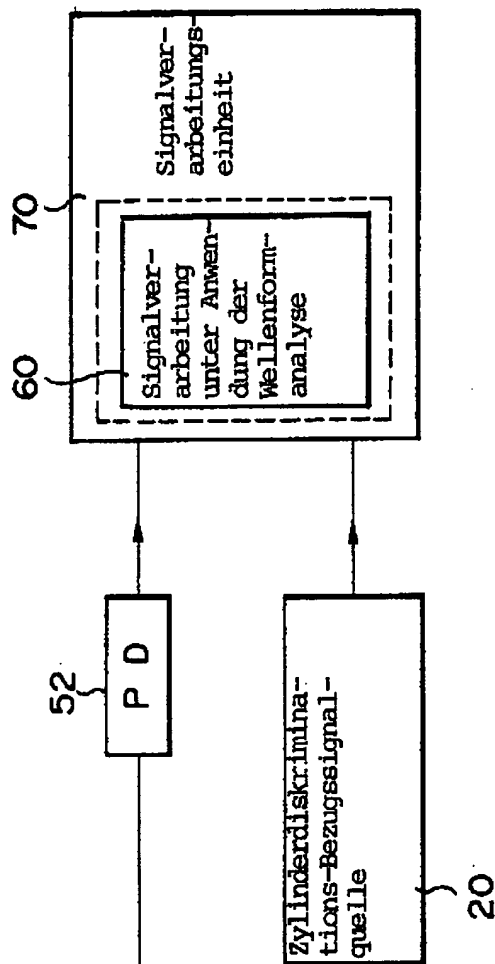


FIG.4B

Stand der Technik

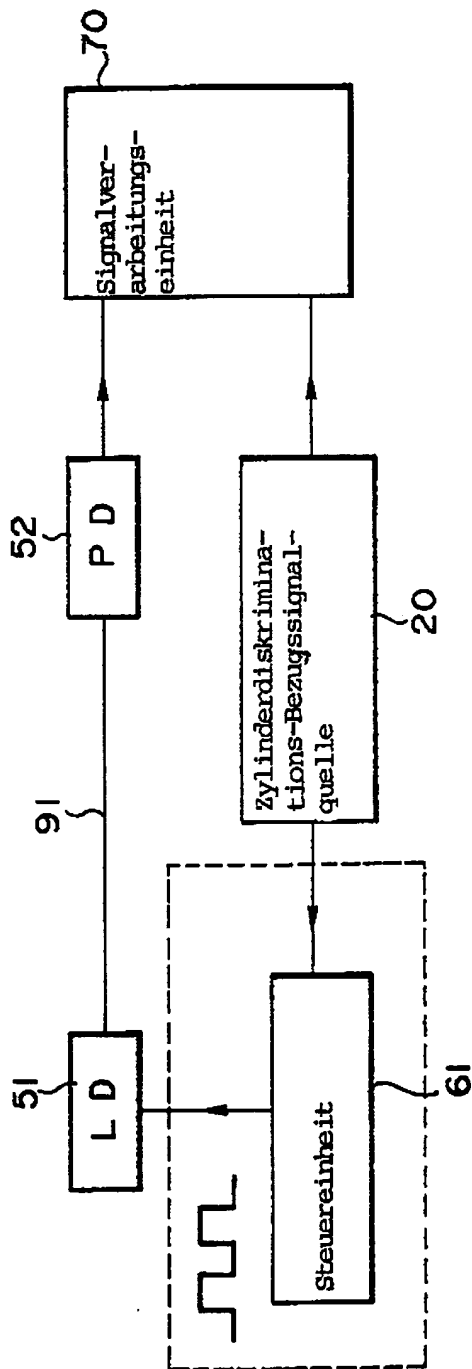


FIG.5

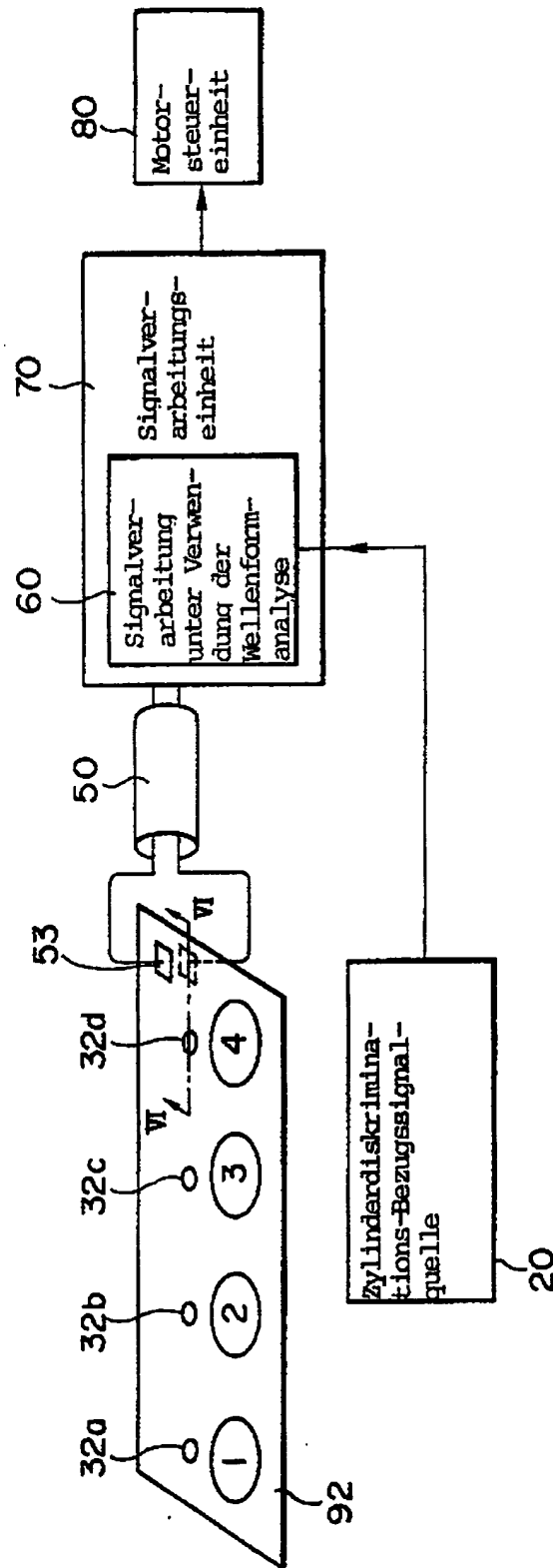


FIG.6

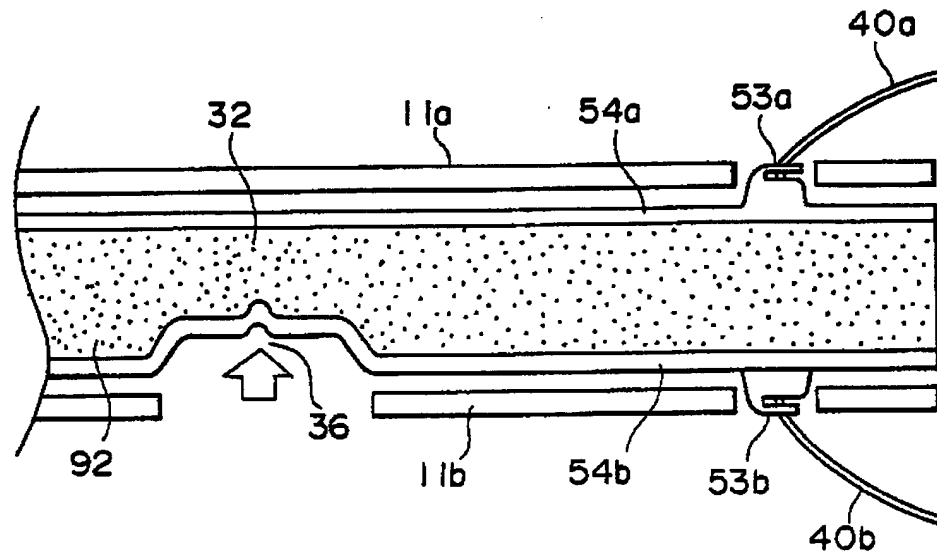


FIG. 7

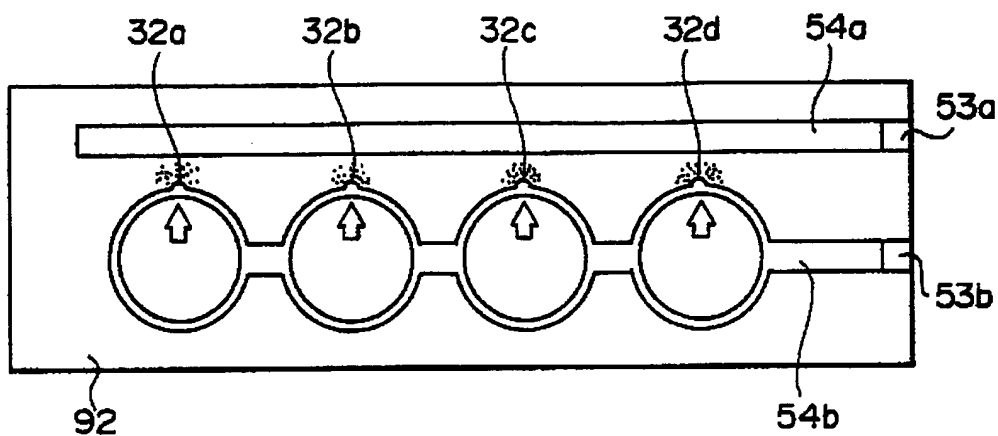


FIG. 8

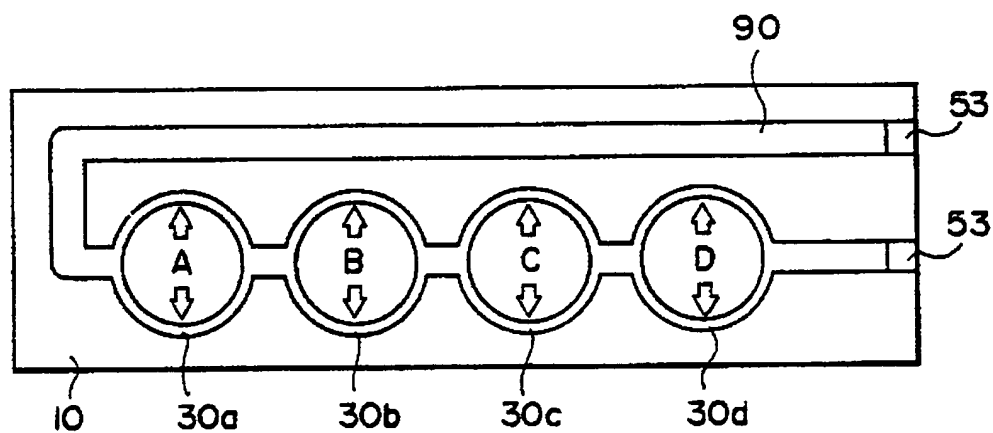


FIG.9

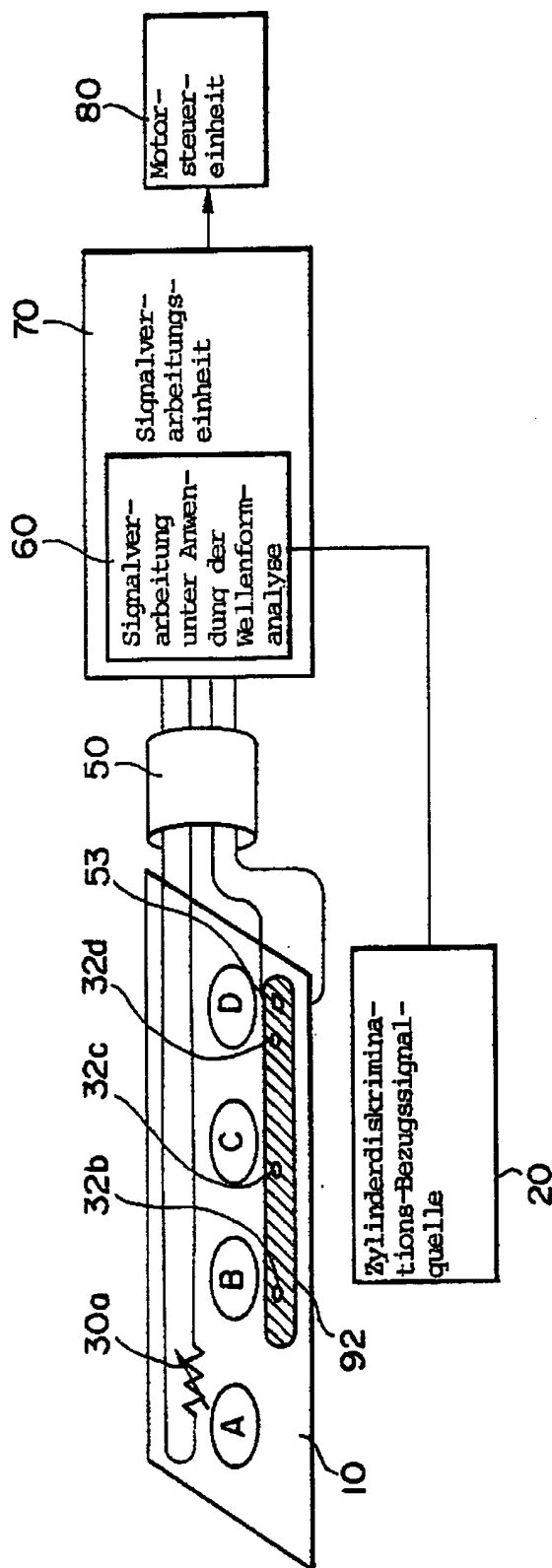


FIG.10

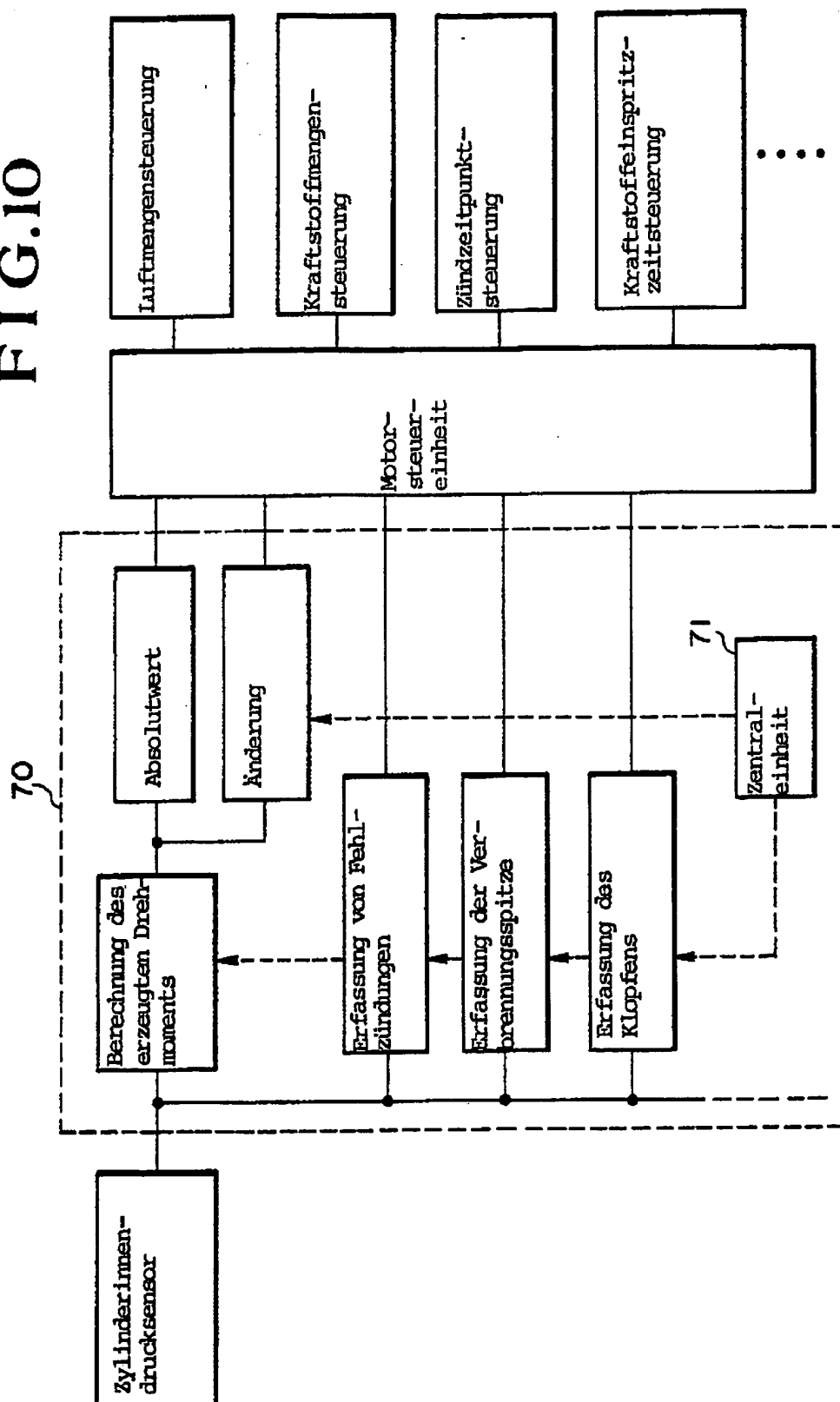


FIG.11

Stand der Technik

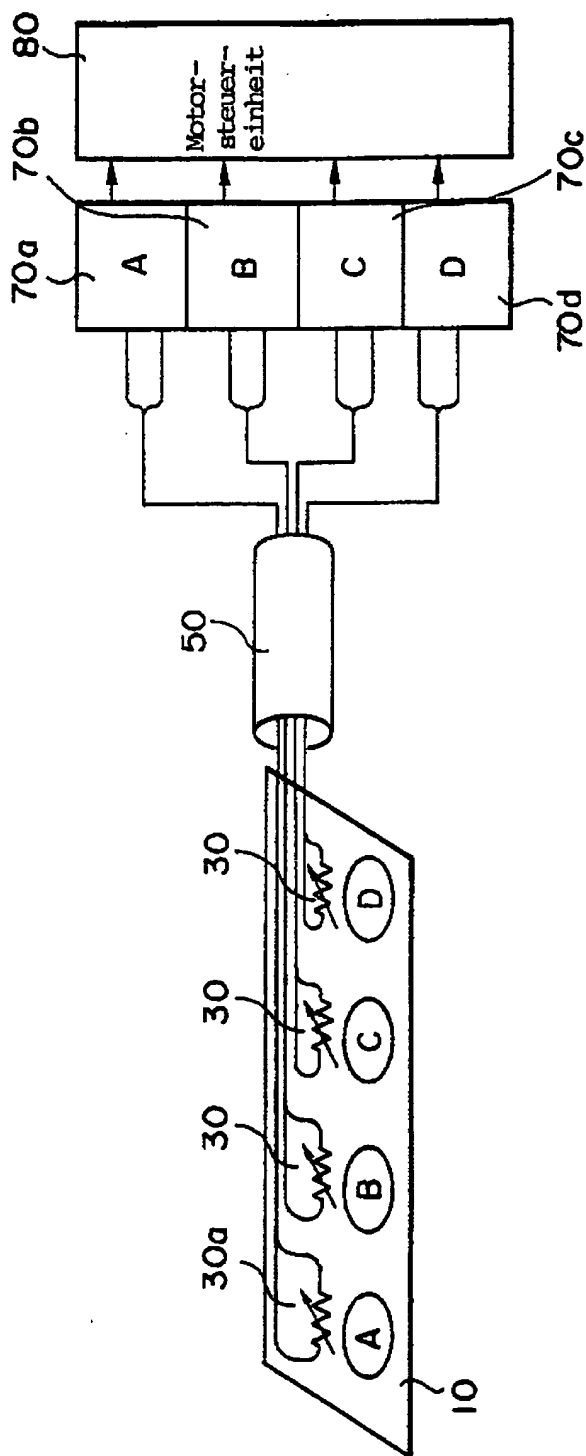


FIG.12

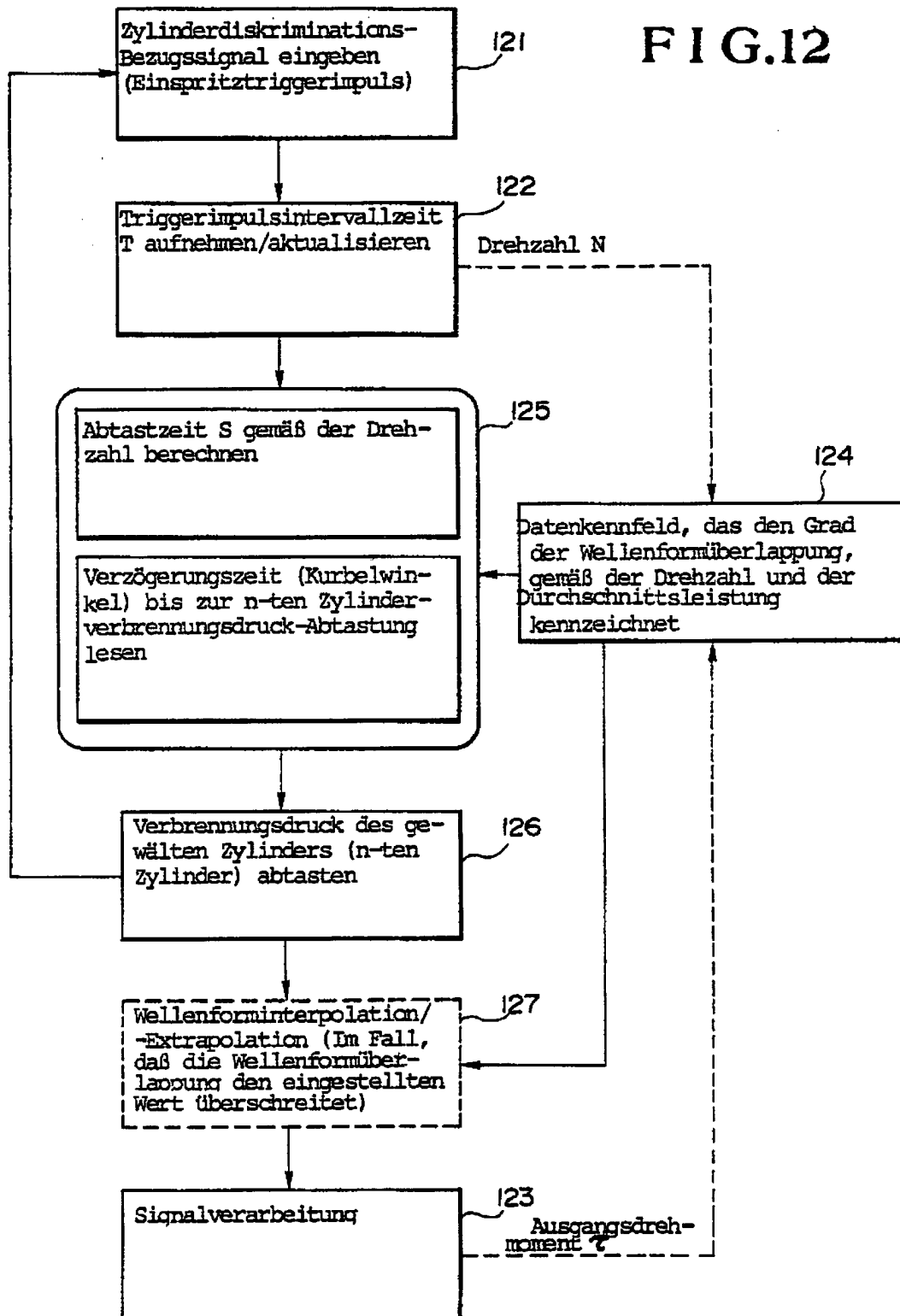


FIG.13

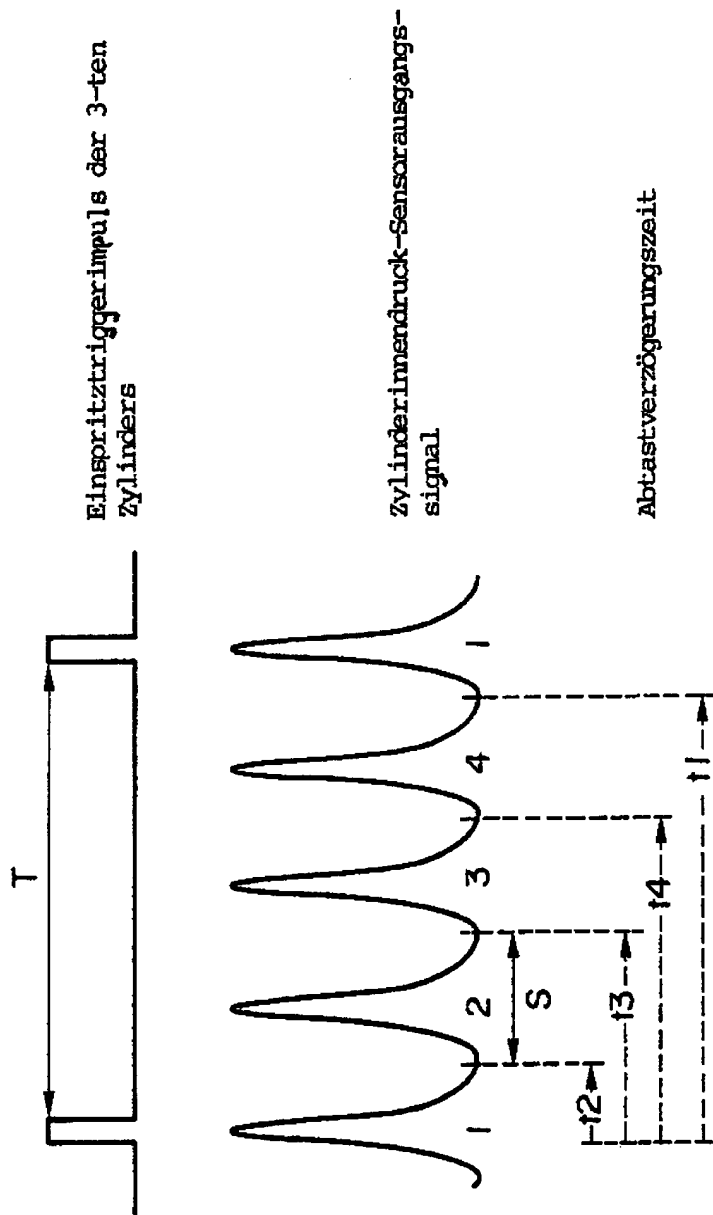


FIG.14

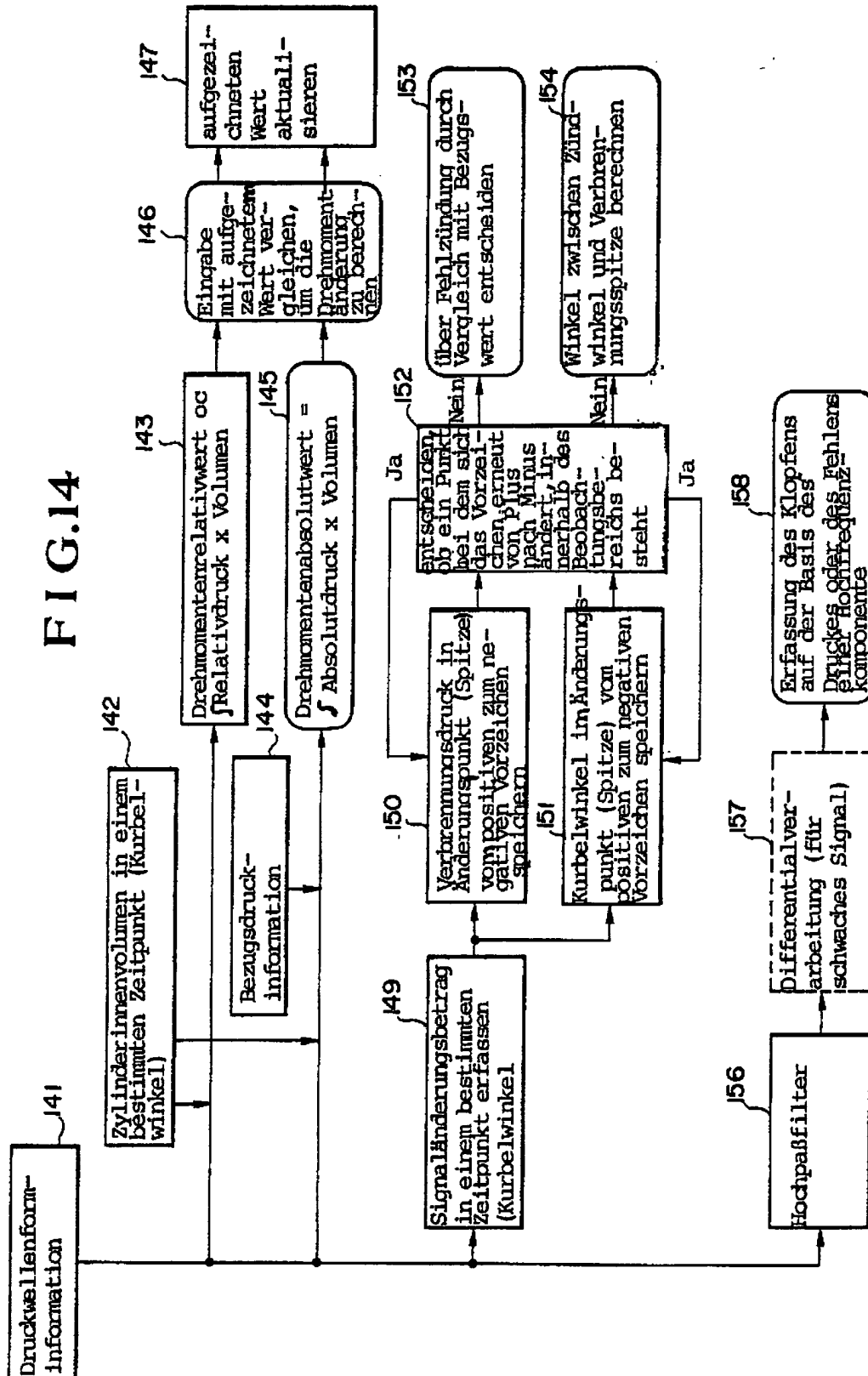


FIG.15

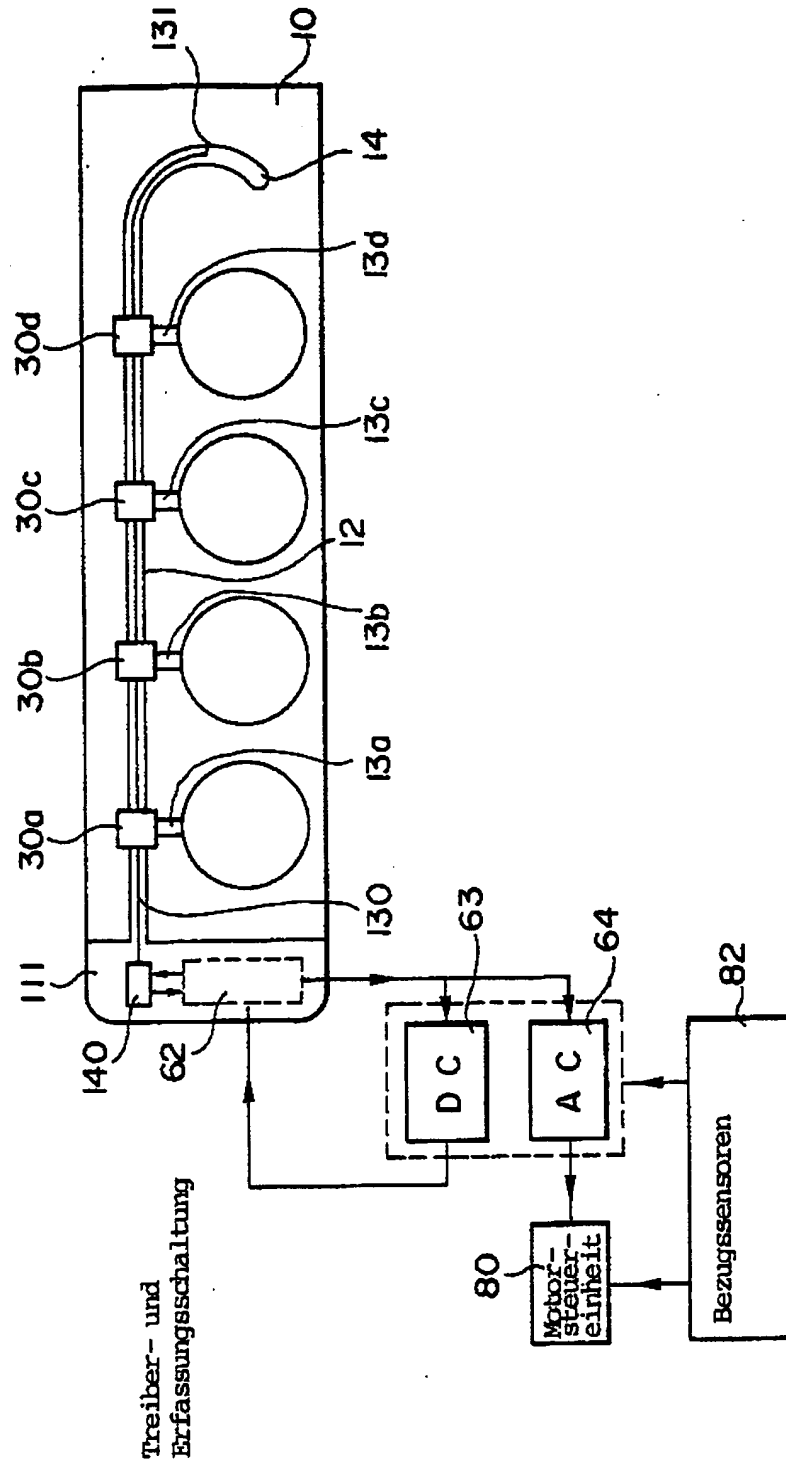


FIG. 16

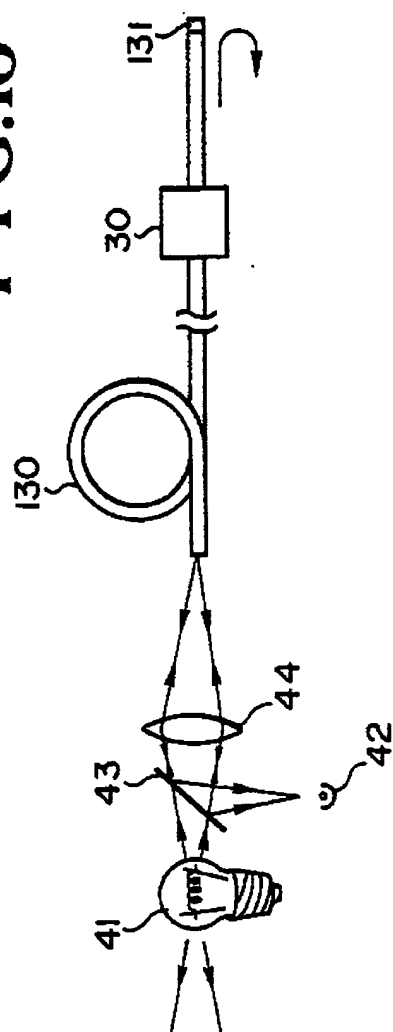


FIG. 17

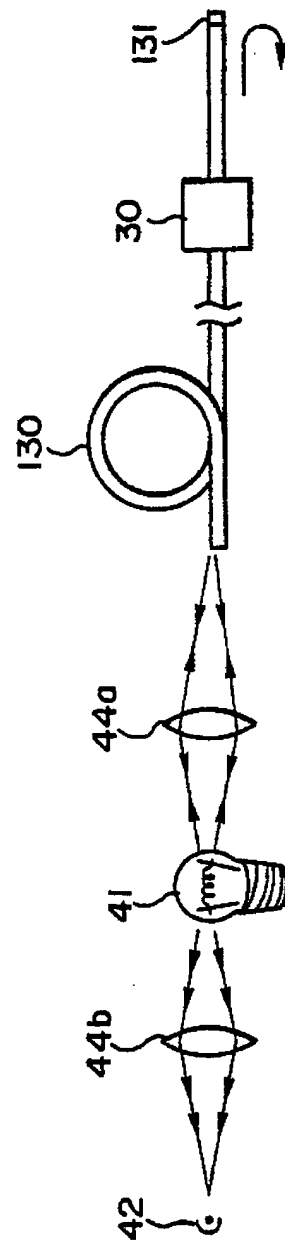


FIG.18

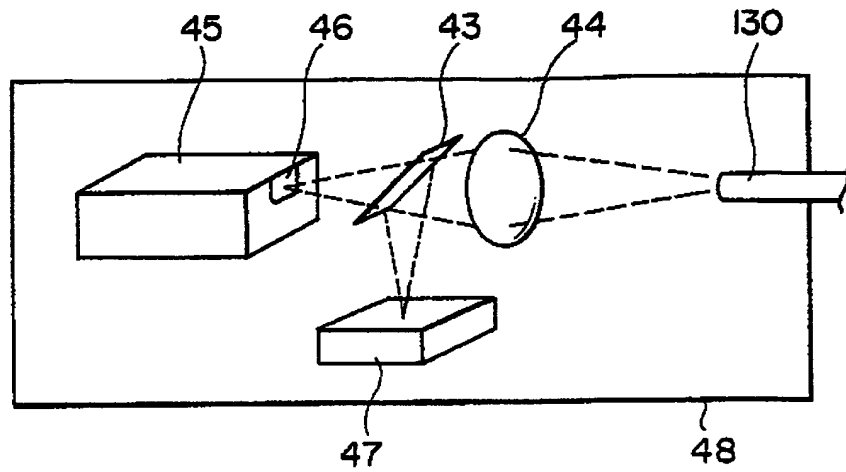


FIG.19

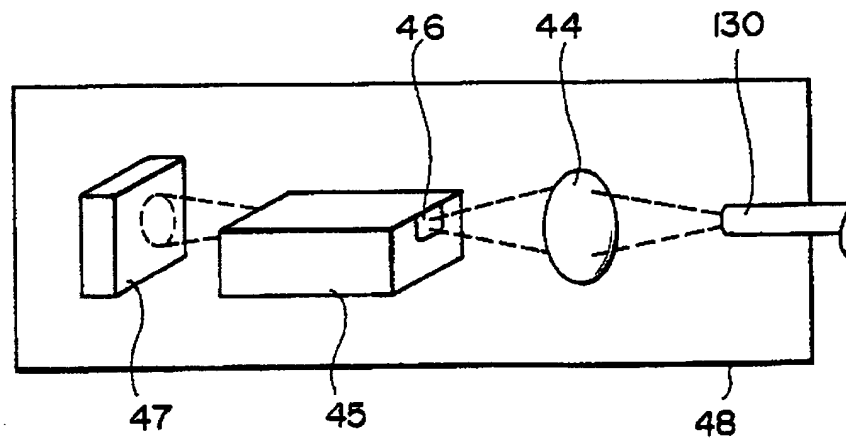


FIG. 20

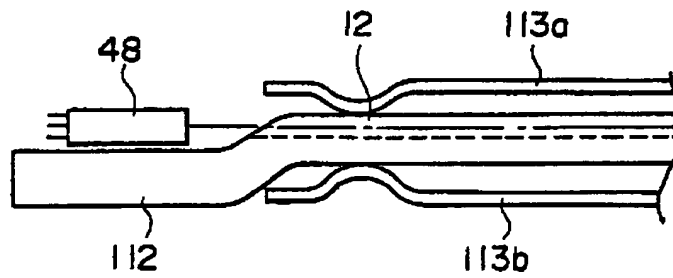


FIG. 21

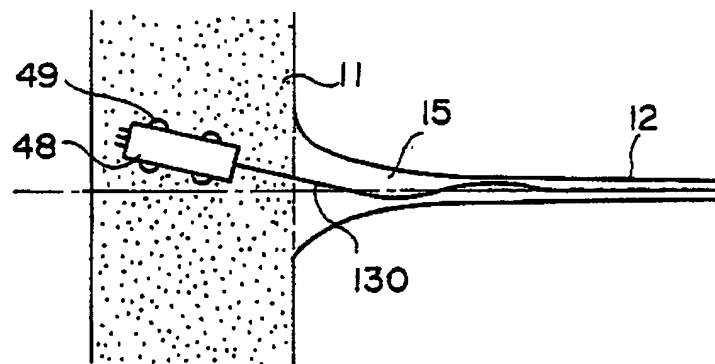
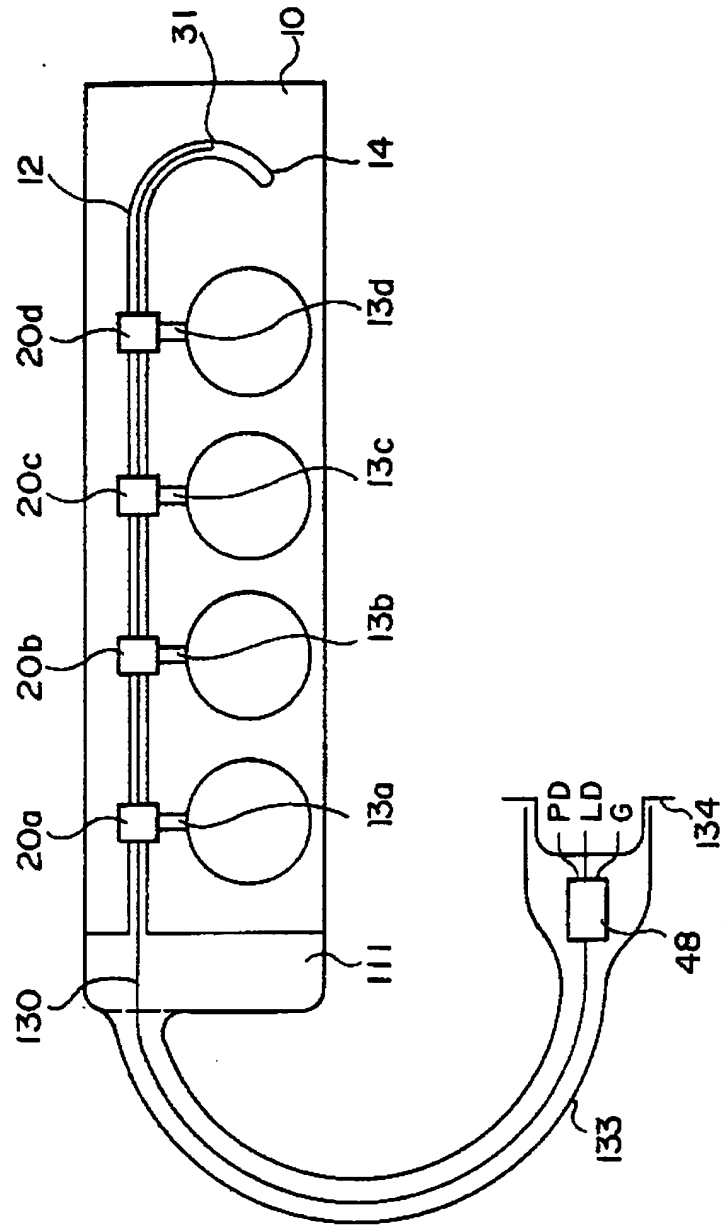


FIG.22



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.